

**ESTUDO DA MICROPROPAGAÇÃO,  
ACLIMATAÇÃO E ECONÔMICO PRÉVIO DO  
PLANTIO EM CAMPO DE *Musa* spp.**

**VASCO LUIZ ALTAFIN**

**Tese apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia da Universidade Estadual  
Paulista “Julio de Mesquita Filho”,  
Campus de Rio Claro, para a  
obtenção do título de Doutor em  
Ciências Biológicas (Área de  
Concentração: Fisiologia)**

**Rio Claro  
Estado de São Paulo – Brasil  
Janeiro de 2005**

**ESTUDO DA MICROPROPAGAÇÃO,  
ACLIMATAÇÃO E ECONÔMICO PRÉVIO DO  
PLANTIO EM CAMPO DE *Musa* spp.**

**VASCO LUIZ ALTAFIN**

**Orientador: Prof. Dr. Massanori Takaki**

**Tese apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia da Universidade Estadual  
Paulista “Julio de Mesquita Filho”,  
Campus de Rio Claro, para a  
obtenção do título de Doutor em  
Ciências Biológicas (Área de  
Concentração: Fisiologia)**

**Rio Claro  
Estado de São Paulo – Brasil  
Janeiro de 2005**

574.1 Altafin, Vasco Luiz  
A465e Estudo da micropropagação, aclimação e econômico prévio  
do plantio em campo de *Musa* spp. / Vasco Luiz Altafin. –  
Rio Claro : [s.n.], 2005  
78 f. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto  
de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Massanori Takaki

1. Fisiologia. 2. *in vitro*. 3. Nanicão. 4. Grande Naine.  
I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

## AGRADECIMENTOS

Ao prof. Massanori Takaki pela orientação científica, estímulo no decorrer do presente trabalho e pela forte amizade que sempre existiu.

Ao Departamento de Botânica desta instituição pelo uso de suas dependências.

A todos os professores e funcionários desta instituição.

Ao técnico Edward do Laboratório de Fisiologia Vegetal desta instituição, pela amizade.

À Celinha do Departamento de Botânica pela amizade.

À Heloisa e a todos da seção de pós-graduação desta instituição.

Aos amigos pós-graduandos pelo companheirismo.

À Fundação Pinhalense de Ensino pelo apoio nas pesquisas.

Aos funcionários da Biblioteca Alayde Ramacciotti Sertório (CREUPI), principalmente à bibliotecária Nirlei pela amizade.

Ao professor e amigo Centurion (Laboratório de Solos - CREUPI) pelas análises realizadas.

À Milena (Laboratório de Biotecnologia Vegetal - CREUPI) pela grande ajuda nas análises do presente trabalho.

Ao prof. Dito pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Profa. Maristela pelas informações cedidas da Estação Meteorológica - CREUPI).

Ao amigo Márcio (Multiplanta Tecnologia Vegetal Ltda.) pelo fornecimento das mudas de bananeiras 'Grande Naine'.

Ao Cícero (Polysack Indústrias Ltda.) pelo apoio no fornecimento das telas para sombreamento artificial e pela grande amizade.

Ao Fernando (Fazenda Capuava - Paranapanema-SP) pela utilização de suas terras para o plantio de bananeiras do cv. 'Maçã' e pela amizade.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

À toda minha Família,

ao meu pai **Alaor Altafin** "*in memoriam*"

à minha mãe **Virgínia Leonora Jannuzzi Altafin**

aos meus irmãos **Roberto e Claudio,**

nos momentos difíceis que superamos juntos  
nos infinitos momentos prazerosos que vivemos juntos  
por todo amor que existe entre nós

**DEDICO**

À mulher que eu amo

Cristina Helou

pela compreensão,  
pela companhia naquelas madrugadas de trabalho,  
por participar e me apoiar nos momentos difíceis,  
por todo nosso infinito amor,

**OFEREÇO**

A maior diferença entre um  
desejador e um fazedor é a motivação

(Charles Jones)

Não importa o cuidado com que planeja suas metas,  
não passarão de castelos no ar,  
a menos que as persiga com entusiasmo

(W. Clement Stone)



## ÍNDICE

|  | Página |
|--|--------|
| LISTA DE ABREVIATURAS .....  | xi     |
| LISTA DE TABELAS .....   | xii    |
| LISTA DE FIGURAS .....   | xiii   |
| LISTA DE QUADROS .....   | xv     |
| RESUMO .....   | xvi    |
| ABSTRACT .....   | xviii  |
| <br>   |        |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 1      |
| 1.1. Importância da bananicultura no Brasil .....  | 1      |
| 1.2. Características das bananeiras cultivadas .....   | 2      |
| 1.2.1. Classificação botânica .....  | 2      |
| 1.2.2. Principais cultivares .....   | 3      |
| 1.2.3. Características do cultivar ‘Maçã’ .....  | 3      |
| 1.2.4. Características do cultivar ‘Grande Naine’ .....  | 4      |
| <br>   |        |
| CAPÍTULO I: Propagação <i>in vitro</i> e Plantio de <i>Musa</i> spp. cv.<br>‘Maçã’ (AAB) ..... | 5      |
| <br>   |        |
| RESUMO .....   | 5      |
| <br>   |        |
| ABSTRACT .....   | 7      |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | INTRODUÇÃO .....   | 8  |
| 1.1.   | Breve retrospectiva da cultura de tecidos vegetais .....   | 8  |
| 1.2.   | Importância das doenças e pragas na cultura da bananeira .....                                       | 9  |
| 1.3.   | Vantagens da propagação <i>in vitro</i> .....  | 10 |
| 1.4.   | Micropropagação .....  | 12 |
| 1.4.1. | Escolha das plantas matrizes .....   | 12 |
| 1.4.2. | Tipos de explantes .....   | 13 |
| 1.4.3. | Desinfecção superficial dos explantes .....  | 14 |
| 1.4.4. | Preparo do meio de cultura .....   | 15 |
| 1.4.5. | Incubação das plântulas .....  | 17 |
| 1.4.6. | Aclimação das mudas .....  | 17 |
| 2.     | MATERIAL E MÉTODOS .....   | 19 |
| 2.1.   | Local do experimento .....   | 19 |
| 2.2.   | Processo de propagação <i>in vitro</i> .....   | 20 |
| 2.3.   | Aclimação .....  | 25 |
| 2.4.   | Plantio das mudas em campo .....   | 27 |
| 2.5.   | Avaliações de pesos e medidas dos cachos e frutos das bananeiras no segundo ciclo de produção .....  | 27 |
| 3.     | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 28 |
| 3.1.   | Regeneração das plântulas <i>in vitro</i> .....  | 28 |
| 3.1.1. | Porcentagem de contaminação na introdução do material <i>in vitro</i> e durante os subcultivos ..... | 28 |
| 3.1.2. | Taxa de multiplicação dos explantes nos subcultivos .....  | 29 |
| 3.2.   | Características gerais das bananeiras no segundo ciclo de produção .....                             | 32 |
| 3.3.   | Balanço financeiro de produção .....   | 32 |
| 3.3.1. | Balanço financeiro referente à <i>Musa</i> spp. cultivar 'Nanicão' (AAA) .....                       | 32 |
| 3.3.2. | Balanço financeiro referente à implantação de <i>Musa</i> spp. cv. 'Maçã' (AAB) .....                | 33 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.3.3. | Balanço financeiro referente ao 1º ciclo de produção de <i>Musa</i> spp. cv. 'Maçã' (AAB) .....   | 34 |
| 3.3.4. | Balanço financeiro referente ao 2º ciclo de produção de <i>Musa</i> spp. cv. 'Maçã' (AAB) .....   | 35 |
| 3.3.5. | Comparação do balanço financeiro entre bananeiras dos cultivares 'Nanicão' e 'Maçã' .....   | 35 |
| 4.     | CONCLUSÕES .....  | 45 |
|        | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 47 |
|        | CAPÍTULO II: Influência do Sombreamento Artificial na Aclimação de <i>Musa acuminata</i> cv. 'Grande Naine' (AAA) Provenientes de Cultivo <i>in vitro</i> ..... | 56 |
|        | RESUMO .....  | 56 |
|        | ABSTRACT .....  | 58 |
| 1.     | INTRODUÇÃO .....  | 60 |
| 2.     | MATERIAL E MÉTODOS .....  | 63 |
| 3.     | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 66 |
| 4.     | CONCLUSÕES .....  | 76 |
|        | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 77 |

**LISTA DE ABREVIATURAS**

| ABREVIATURA    | SIGNIFICADO                         |
|----------------|-------------------------------------|
| AF .....       | área foliar                         |
| BAP .....      | 6-benzilaminopurina                 |
| Clor a .....   | clorofila a                         |
| Clor b .....   | clorofila b                         |
| Clor tot ..... | clorofila total                     |
| cv. ....       | cultivar                            |
| Cx .....       | caixa                               |
| IAA .....      | ácido-indol-acético                 |
| IBA .....      | ácido-indol-butírico                |
| MMF .....      | massa de matéria fresca             |
| MMS .....      | massa de matéria seca               |
| MS .....       | Murashige e Skoog, 1962             |
| NAA .....      | ácido-naftaleno-acético             |
| p/v .....      | peso por volume                     |
| Tween 20 ..... | polyoxyethylene sorbitan monolanato |
| v/v .....      | volume por volume                   |

**LISTA DE TABELAS**

|   | Página |
|---|--------|
| <b>Tabela 1</b> Meio de cultura MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) modificado com vitaminas do meio de MOREL (1960) .....   | 23     |
| <b>Tabela 2</b> Análise de macro e micronutrientes do substrato de aclimação das mudas micropropagadas .....  | 26     |
| <b>Tabela 3</b> Multiplicação dos explantes nos 5 subcultivos .....   | 31     |
| <b>Tabela 4</b> Médias da altura das plântulas durante o período de observação para os quatro tratamentos .....   | 69     |
| <b>Tabela 5</b> Médias da massa de matéria fresca (MMF) e seca (MMS) das plântulas durante o período de observação para os quatro tratamentos .....                       | 70     |
| <b>Tabela 6</b> Médias de clorofila b, clorofila a, clorofila total e relação entre clorofila a:b nas folhas durante o período de observação nos quatro tratamentos ..... | 72     |
| <b>Tabela 7</b> Médias da área foliar (AF) durante o período de observação nos quatro tratamentos .....   | 74     |

## LISTA DE FIGURAS

|  | Página |
|--|--------|
| <b>Figura 1</b> Bananal cv. Maçã' (AAB) com 3,5 anos de idade -<br>Fazenda Capuava .....                             | 19     |
| <b>Figura 2</b> Rizoma selecionado para o programa de propagação <i>in vitro</i> .....                               | 20     |
| <b>Figura 3</b> Desfolhamento das camadas superficiais do<br>rizoma .....  | 21     |
| <b>Figura 4</b> Desinfecção superficial em etanol (70% v/v) e<br>hipoclorito de sódio (0,4% cloro ativo) .....       | 21     |
| <b>Figura 5</b> Redução do explante para inoculação em meio de<br>cultivo .....                                      | 22     |
| <b>Figura 6</b> Inoculação do rizoma em meio MS<br>modificado .....  | 24     |
| <b>Figura 7</b> Rizomas incubados à temperatura de 27°C e<br>fotoperíodo de 16 horas, subcultivados a cada 30 dias . | 24     |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Figura 8</b>  | Etapas das brotações: a) explante na fase inicial de incubação; b) brotações induzidas pelo BAP; c) plântula pronta para aclimação .....   | 25 |
| <b>Figura 9</b>  | Muda aclimatada pronta para ser levada para plantio em campo .....   | 26 |
| <b>Figura 10</b> | Cacho no ponto de comercialização .....  | 32 |
| <b>Figura 11</b> | Viveiro de Mudanças da Fisiologia Vegetal (CREUPI - Campus I) com os tratamentos Tela Difusora; Tela Preta; Tela Aluminet® (Polysack Indústrias Ltda.) e Sem Tela .....                            | 64 |
| <b>Figura 12</b> | Medição com espectrorradiômetro (LI-COR 1800 Lincoln, NE – EUA) da radiação solar: A- Sem Tela (sol direto); B- Tela Difusora; C- Tela Preta; D - Tela Aluminet® (Polysack Indústrias Ltda.) ..... | 67 |
| <b>Figura 13</b> | Variação da temperatura no período de avaliação sob as telas e pleno sol .....   | 68 |

**LISTA DE QUADROS**

|                 | Página  |
|-----------------|---|
| <b>Quadro 1</b> | Balanço financeiro referente ao cultivar 'Nanicão' no período de um mês ..... 37                              |
| <b>Quadro 2</b> | Balanço financeiro referente à implantação do bananal cv. Maçã' (AAB) ..... 40                                |
| <b>Quadro 3</b> | Balanço financeiro referente ao 2º ano de plantio e 1º ciclo de produção do bananal cv. Maçã' (AAB) ..... 43  |
| <b>Quadro 4</b> | Balanço financeiro referente ao 3º ano de plantio e 2º ciclo de produção do bananal cv. 'Maçã' (AAB) ..... 44 |



# **ESTUDO DA MICROPROPAGAÇÃO, ACLIMATAÇÃO E ECONÔMICO PRÉVIO DO PLANTIO EM CAMPO DE *Musa* spp.**

**Autor: Vasco Luiz Altafin**

**Orientador: Prof. Dr. Massanori Takaki**

## **RESUMO**

O presente trabalho foi dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo foi dividido em duas partes sendo a primeira desenvolvida no Laboratório de Biotecnologia Vegetal do CREUPI (Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal-SP) e a segunda parte na Fazenda Capuava, Região de Paranapanema, Estado de São Paulo. Foram micropropagadas mais de 2.000 mudas de bananeiras do cultivar 'Maçã' sendo que, 1.500 delas foram levadas ao campo na Fazenda Capuava, e serviram para um estudo comparativo da viabilidade econômica de produção com um bananal em produção estável do cultivar 'Nanicão'. Concluiu-se que as mudas micropropagadas apresentaram bom desenvolvimento no campo e foram economicamente viáveis a partir do primeiro ano de produção, com lucratividade de R\$3.601,41 por unidade de área (ha). O trabalho referente ao segundo capítulo foi realizado no Viveiro de Mudas da Fisiologia Vegetal (Campus I – CREUPI), e teve como objetivo o estudo da influência do sombreamento artificial na aclimatação de *Musa acuminata* cv. 'Grande Naine' (AAA) provenientes de cultivo *in vitro*. As mudas

deste cultivar foram produzidas pela Multiplanta Tecnologia Vegetal Ltda. e cedidas para o trabalho de aclimação. Três tipos de sombreamento foram utilizados: T1 - Tela ChromatiNet Difusora; T2 - Tela Polysombra Preta e T3 - Tela Aluminet<sup>®</sup> (Polysack Indústrias Ltda.) todas elas com uma transmissão de radiação solar de aproximadamente 50% de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) sem alteração da qualidade da luz. O experimento ainda teve o tratamento T4 - Sem Tela. Foram realizadas avaliações da altura das plântulas; incremento de massa de matéria fresca (MMF) e seca (MMS); teor de clorofila foliar e área foliar (AF). As mudas aclimatadas sob Tela Difusora, Aluminet<sup>®</sup> e Preta apresentaram resultados semelhantes na altura. Maiores níveis em MMF foram obtidos no tratamento com Tela Difusora e na MMS foram obtidos sob Tela Difusora e Tela Aluminet<sup>®</sup>. Níveis maiores de clorofila b, clorofila a e clorofila tot foram também observados sob Tela Difusora e Aluminet<sup>®</sup>. Os maiores valores de AF foram obtidos sob Tela Difusora. Conclui-se, que a tela preta que é a mais utilizada, pode ser substituída com sucesso pela tela Difusora.

**Palavras chave:** Bananeira; cv. Nanicão; cv. Maçã; cv. Grande Naine

**STUDY OF MICROPROPAGATION,  
ACCLIMATION AND PREVIOUS ECONOMICAL  
OF FIELD PLANTATION OF *Musa* spp.**

**Author: Vasco Luiz Altafin**

**Adviser: Prof. Dr. Massanori Takaki**

**ABSTRACT**

The present work was divided in two chapters. The first chapter was divided in two parts, being the first developed at the Laboratório de Biotecnologia Vegetal CREUPI (Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal-SP) and the second at Fazenda Capuava, Paranapanema-SP. The micropropagation produced more than 2.000 plantlets *Musa* spp cv. 'Maçã' and 1.500 of them were planted in the field at Fazenda Capuava and the a comparative study of the economical viability of production was made with a *Musa acuminata* cv. 'Nanicão'. The micropropagated plantlets presented good development in the field and presented economical viability starting from the second production cycle with profitability of R\$3.601,41 for area unit (ha). The work regarding the second chapter was accomplished at the Viveiro de Mudanças da Fisiologia Vegetal (Campus I - CREUPI) and had as objective the study of

the influence of the artificial shade for acclimatation of plantlets of *Musa acuminata* cv. 'Grande Naine' (AAA). Three types of shading with nets were used: T1 - ChromatiNet - Diffusive Net; T2 - Polysombra - Black Net and T3 – Aluminet® (Aluminum Net), considering that all of them allow the transmission of 50% of solar radiation without changes in light quality. The experiment also included T4 – No net. The evaluations were done for plant height, fresh (MMF) and dry (MMS) mass, total chlorophyll and leaf area (AF). The treatments T1, T2 and T3 presented same results for plant height. Highest fresh and dry mass and chlorophyll levels were obtained by T1 and T3 treatments. We conclude that the Black net, which is the mostly used, can be successfully replaced for Diffusive Net and Aluminet®.

**Key words:** banana plant; cv. Nanicão; cv. Maçã; cv. Grand Naine

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Importância da bananicultura no Brasil**

A banana (*Musa* spp.) é um fruto tropical de grande importância econômica, alimentícia e social, sendo uma das frutas mais consumidas no mundo, com produção de 70,6 milhões de toneladas em 2004 (FAO, 2005). É uma cultura típica de países em desenvolvimento, sendo principalmente cultivada na Ásia, América do Sul, América Central e Norte (México) e África. O Brasil é o segundo maior produtor mundial, com cerca de 6,6 milhões de toneladas em mais de 500 mil hectares (AGRIANUAL, 2004) equivalente a quase 10% da produção mundial, perdendo apenas para a Índia com quase 16,5 milhões e ficando à frente do Equador com cerca de 5,5 milhões de toneladas, que é o terceiro maior produtor mundial (FAO, 2005).

Apesar desta alta produção brasileira, o Brasil possui uma diminuta participação no cenário mundial com relação às exportações, tendendo a queda. A nossa estrutura comercial é muito deficiente e as exigências sempre maiores, com relação a qualidade, por parte do mercado internacional, excluindo a banana brasileira da competição. Por outro lado, o excedente exportável do Brasil é muito pequeno, pois o consumo interno apresenta o maior índice per capita do mundo, onde aproximadamente 90% das bananas produzidas são utilizadas como alimento para o consumo doméstico (SILVA e ALVES, 1998).

A micropropagação da bananeira está em crescente evidência, pois visa multiplicar mudas, com alto vigor fisiológico livre de doenças. Além dessas características, pode-se produzir um grande número de mudas em um tempo reduzido.

No laboratório, durante o procedimento de micropropagação, em condições assépticas, qualquer tipo de microorganismo, seja patogênico ou saprofítico, encontrado endogenamente ou exogenamente, é detectado quando colocado em contato com o meio de cultura, e descartado. Portanto o material designado à propagação é isento de doenças, garantindo assim uma boa produtividade para o produtor rural. A doença que mais prejudica os bananais, principalmente o cultivar maçã, é o fungo *Fusarium oxysporum* sp. Cubense, conhecido como Mal-do-Panamá. Esta fusariose é extremamente prejudicial, principalmente ao cultivar maçã, possuindo o poder de exterminar os bananais em poucos anos.

Existem atualmente alguns laboratórios especializados na produção de mudas *in vitro* do cultivar 'Maçã', mas ainda sua demanda é escassa. Vários produtores rurais estão a cada ano substituindo suas lavouras convencionais por plantações mais tecnificadas utilizando sistemas de irrigação e investindo em mudas micropropagadas que garantem maior produtividade e conseqüentemente maior lucratividade.

Para atender as necessidades dos bananicultores mais exigentes, deve-se, portanto aumentar a quantidade de laboratórios que produzam mudas *in vitro*, possibilitando uma maior produção da fruta a ser comercializada no mercado interno e externo. Os produtores e consumidores procuram cada vez mais produtos de boa qualidade, sendo imprescindível que mais laboratórios sejam montados.

## **1.2. Características gerais das bananeiras cultivadas**

### **1.2.1. Classificação botânica**

As bananeiras produtoras de frutos comestíveis, segundo a sistemática de classificação hierárquica proposta por CHAMPION (1975) são pertencentes à Classe *Monocotyledoneae*; Ordem *Scitaminales*, Família *Musaceae*, Subfamília *Musoideae*, Gênero *Musa* e sub-gênero *Eumusa*.

O subgênero *Eumusa* pode ser dividido em: *Musa acuminata* Colla; *M. flaviflora* Simmonds; *M. ochracea* Shepherd; *M. schizocarpa* Simmonds; *M. halabanensis* e *M. balbisiana* Colla., todos com 11 cromossomos, apresentando potencialidade para o melhoramento genético das variedades cultivadas.

### 1.2.2. Principais cultivares

A partir de duas espécies diplóides selvagens (*M. acuminata* Colla e *M. balbisiana*), a grande maioria dos cultivares de bananeiras são di, tri ou tetraplóides, com 22, 33 ou 44 ( $n=x=11$ ) em combinações entre as letras A (*M. acuminata*) e B (*M. balbisiana*), resultando nos grupos AA, BB, AB, AAA, AAB, ABB, AAAA, AAAB e ABBB (SILVA et al, 1998).

Os principais cultivares produzidos no Brasil são: 'Prata', 'Pacovan', 'Prata Anã', 'Maçã', 'Terra' e 'D'Angola', pertencentes ao grupo AAB e 'Nanica', 'Nanicão' e 'Grande Naine', do grupo AAA. A banana 'Maçã' é a preferida pela maioria dos consumidores em razão de seu paladar, obtendo maiores preços no mercado (SILVA et al., 2002).

As bananeiras são plantas herbáceas típicas das regiões tropicais úmidas, com raízes fibrosas e com caule verdadeiro subterrâneo denominado rizoma (MOREIRA, 1987). O rizoma constitui o órgão de reserva da planta possuindo várias gemas que regeneram brotos ou rebentos (SIMÃO, 1971). Os frutos apresentam bons teores de carboidratos, potássio, cálcio, fósforo, vitamina C, vitaminas A e B, tiamina e riboflavina (MEDINA et al., 1985).

### 1.2.3. Características do cultivar 'Maçã'

O cv. 'Maçã' (AAB) apresenta porte que varia de 3,0 a 3,5 metros de altura, com pseudocaule verde-amarelo-brilhante, com poucas e diminutas manchas escuras. Suas folhas apresentam cerosidade na parte inferior e as folhas coloração verde escura com as nervuras, pecíolos e as bainhas verde-claras. O cacho pesa em média 15 kg, possuindo de 7 a 10 pencas, com 50 a

150 frutos, medindo de 10 a 16 cm de comprimento. O fruto tem casca fina e delicada de cor amarelo-pálido. A banana maçã possui um paladar muito especial para os brasileiros, que a tem como a mais nobre. Além do seu excelente sabor, a banana maçã possui carboidratos, proteínas, sais minerais, ácidos tânico, acético, gálico e málico, vitaminas, garantindo propriedades que a tornam medicinal. O fruto bem maduro serve como regulador intestinal, e quando está um pouco verde é utilizado para estancar disenterias infantis (ALVES, 1997).

#### **1.2.4. Características do cultivar 'Grande Naine'**

O cultivar 'Grande Naine' (AAA) pertencente ao subgrupo Cavendish é originário das colônias francesas no caribe e foi introduzida no Brasil há 30 anos no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo. Este cultivar é um dos mais plantados na América Central (SOTO, 1992). Segundo MOREIRA (1991), o cv. 'Grande Naine' surgiu em Martinica e foi introduzido no Vale do Ribeira em 1970 pelo Dr. João Martinez, e se desenvolve bem, uma vez que sua aclimação foi boa.

A altura da planta varia entre 2,0 a 3,0 metros, apresentando porte intermediário entre a 'Nanica' e a 'Nanicão'. O cacho pesa entre 30 e 40 Kg, com 9 -11 pencas, com 12 a 31 frutos por penca e 145 a 197 frutos por cacho. O tamanho do fruto varia entre 16 e 25 cm pesando entre 95 a 260 gramas (ALVES, 1997).



## CAPÍTULO I

### **PROPAGAÇÃO *IN VITRO* E PLANTIO DE *Musa* spp. CV. 'MAÇÃ' (AAB)**

#### **RESUMO**

A primeira parte deste trabalho foi realizada no Laboratório de Biotecnologia Vegetal do CREUPI (Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal-SP) e teve como objetivos propagar *in vitro*, mudas de bananeiras cv. 'Maçã', para serem plantadas na Fazenda Capuava, em Paranapanema com o balanço financeiro de implantação do bananal até o terceiro ciclo produtivo. Objetivou também a comparação entre os custos de produção do bananal cv. 'Maçã' com um bananal cv. 'Nanicão' em fase estável de produção. Durante a micropropagação, foram avaliadas as contaminações e o número de brotações durante os subcultivos. Concluiu-se que a porcentagem de contaminação por bactérias foi de 20% na introdução do material *in vitro* e de 10% durante os subcultivos. A média do número de brotações foi de 2,6 no período de 180 dias, sendo que a maior taxa de brotação (4,0) foi obtida no quarto subcultivo. Na segunda parte do trabalho, foi feito um estudo da viabilidade econômica da implantação de um bananal do cultivar 'Maçã' na região de Paranapanema, Estado de São Paulo, na Fazenda Capuava. As

mudas micropropagadas foram levadas após sua aclimação para o plantio e por um período de três anos foi feito um estudo referente ao balanço financeiro até o segundo ciclo produtivo. Para complementar o trabalho, foi feito um estudo comparativo entre o balanço financeiro do cultivar implantado com um bananal em produção estável do cultivar 'Nanicão'. O bananal implantado do cultivar 'Maçã' produziu, no segundo ciclo, cachos com média de 15,2 Kg; 9 pencas; 103,3 frutos com tamanho médio de 13,18 cm. Os indicadores de resultado financeiro apontam para uma receita favorável a partir do segundo ano da implantação do bananal, sendo que o maior lucro observado foi obtido no segundo ciclo de produção referente ao terceiro ano do plantio das mudas. Conclui-se que o plantio de bananeira do cultivar 'Maçã' pode ser uma alternativa para os produtores de banana, pois requer pouca mão-de-obra especializada em pequenas propriedades. O clima é favorável à produção e seria uma forma de manter o agricultor no campo evitando o êxodo rural.

**Palavras chave:** Balanço financeiro; subcultivo; *in vitro*

## PROPAGATION *IN VITRO* AND PLANTING OF *Musa* spp. CV. 'MAÇÃ' (AAB)

### ABSTRACT

The first part of the work was accomplished at the Laboratório de Biotecnologia Vegetal CREUPI (Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal-SP) and had the objective, *in vitro* propagation of *Musa* spp. cv. 'Maçã'. During the micropropagation process the contaminations and the bud numbers were determined. The contamination by bacteria was of 20% in the first step *in vitro* cultivation and 10% during the subcultivation. The average of the bud number was of 2.6 in the period of 180 days, and the largest bud number (4.0) was obtained in the fourth subcultivation. Following the *in vitro* experiments, the plantlets after acclimatation were planted at Fazenda Capuava, Paranapanema, SP and for a period of three years it was made a study regarding the financial statement until the second productive cycle. The comparison of economical study of the implantation of *Musa* spp. cv. 'Maçã' was made with the *Musa acuminata* cv. 'Nanicão" in the same region. The implanted banana plantation of 'Maçã' cultivar produced, in the second cycle, bunches with average of 15.2 Kg; 9 bunches; 103.3 fruits with medium height of 13.18 cm. The financial indicators appear for a favorable income starting from the second year of the implantation of the banana plantation, and the largest profit was obtained in the second production cycle. it can be an alternative of Paranapanema, because it requests little skilled labor in small properties. The climate is favorable to the production and it would be a form of maintaining the farmer in the field avoiding the rural exodus.

**Key words:** financial statement; subcultivation; *in vitro*.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Breve retrospectiva da cultura de tecidos vegetais

KRIKORIAN e BERQUAM (1969) relatam que a propagação *in vitro* ou micropropagação teve início no ano de 1902, quando Haberlandt cultivou células somáticas de plantas em solução nutritiva.

KNUDSON em 1922 cultivou embriões de orquídeas em meio de cultura acrescidos com sacarose, que substituíam alguns fungos, necessários para sua germinação, uma vez que, a semente das orquídeas não possui tecido de reserva, e necessitam da interação simbiótica para se nutrir e germinar.

Uma grande contribuição para a cultura de tecidos de plantas e ao estudo da fisiologia do crescimento, foi a identificação do primeiro hormônio vegetal, o ácido indól-acético, uma auxina, responsável pelo estabelecimento de cultivos de calo de várias espécies vegetais, além de regular a morfogênese das plantas em associação com as citocininas, descoberta por MILLER et al. (1956).

A primeira aplicação comercial da cultura de tecidos foi realizada por MOREL (1960) cultivando orquídeas livre de vírus. Em 1962, MURASHIGE e SKOOG formularam um meio de cultivo composto por sais minerais, vitaminas, açúcar, que é utilizado com muita frequência em trabalhos de cultura de tecidos vegetais.

O introdutor da cultura de tecidos vegetais no Brasil foi o Dr. Agesislau Bitancourt do Instituto Biológico de São Paulo, na década de 50, e a partir desta data, muitos laboratórios se espalharam pelo país. A grande maioria dos laboratórios que trabalham com cultura de tecidos vegetais se concentram na área da floricultura e fruticultura, além das culturas da batata, cana-de-açúcar e

eucalipto. Na área da transgênese, a EMBRAPA (CNPQ e CENARGEN) vem monitorando centenas de trabalhos com a mesma competência de pesquisadores nos países desenvolvidos. (TORRES et al., 1998).

## 1.2. Importância das doenças e pragas na cultura da bananeira

SILVA (1997) relata que através de técnicas de cultura de tecidos vegetais há possibilidade de se obter mudas de *Musa* spp. superiores e praticamente livres de pragas e doenças, como o Mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*), Moko (*Pseudomonas solanacearum*), Nematóide (*Radopholus similis*) e a Broca-do-Rizoma (*Cosmopolites sordidus*).

A principal doença presente nos bananais brasileiros é a sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*), que foi constatada pela primeira vez no Estado do Amazonas em 1944 (KIMATI e GALLI, 1980). Segundo CORDEIRO et al. (1997), a bananicultura brasileira apresenta baixo nível técnico, com pequenas exceções e isto conduz a problemas fitossanitários, nos quais as doenças fazem parte com grande intensidade, refletindo em baixa produtividade e qualidade dos frutos. Trabalhos com melhoramento genético são realizados e alguns programas resultam no desenvolvimento de cultivares resistentes ou tolerantes a doenças. Os cultivares 'Mysore' (AAB), 'Terra' (AAB), 'D'Angola' (AAB) e 'Figo' (ABB) apresentam resistência ao fungo sigatoka-amarela (*M. musicola*). A sigatoka-negra (*M. fijiensis*) ataca grande parte dos cultivares no Vale do Ribeira, no entanto os cultivares 'Mysore' e 'Figo' são resistentes.

O Mal-do-Panamá (*F. oxysporum* f. sp. *Cubense*) foi encontrado pela primeira vez no Brasil no município de Piracicaba, São Paulo, no cultivar 'Maçã' (AAB) em 1930 (KIMATI e GALLI, 1980). Em poucos anos foram dizimados cerca de um milhão de bananeiras naquele município, e atualmente ocorre em caráter endêmico por todo território nacional. Esta doença vem determinando novos rumos ao plantio do cv. 'Maçã', considerada a mais nobre para os brasileiros, cedendo espaço aos cultivares do subgrupo Cavendish. A grande

maioria dos cultivares são resistentes ou tolerantes a este fungo, refletindo na diminuição do plantio do cv. 'Maçã' pela sua suscetibilidade.

O Moko (*Pseudomonas solanacearum* - raça 2 E. F. Smith) ou murcha bacteriana encontra resistência nos cultivares 'Pelipita' (ABB) e moderada resistência no cv. 'Manang' (AA). CORDEIRO (1997) ainda cita outras doenças como a podridão-mole, podridão-do-engajo, podridão-da-coroa, antracnose, vírus-do-topo-em-leque, vírus-do-mosaico-do-pepino, vírus-das-estrias e ainda nematóides.

FANCELLI (1997) relata que a ocorrência de pragas além de diminuir o rendimento da cultura da bananeira também contribui com o aumento do custo de produção em função da necessidade de implementação de técnicas de controle. As principais pragas dos bananais são a broca-do-rizoma, os tripses, a traça-da-bananeira e pulgões, porém poucos são os que causam danos significativos à plantação, devendo-se então estar atento e quando possível realizar procedimentos de manejo integrado de pragas.

### **1.3. Vantagens da propagação *in vitro***

A propagação *in vitro* possui várias vantagens com relação aos métodos convencionais de propagação através de rebentos provenientes de gemas axilares localizadas no rizoma. É uma técnica que vem crescendo principalmente em culturas tropicais (SOUZA et al., 1997). Nos métodos convencionais de multiplicação, a presença de problemas relativos a doenças, facilita a disseminação de certos patógenos sistêmicos. Segundo OLIVEIRA (1997), as bananeiras propagadas *in vitro* permitem uma colheita sincronizada por consequência da maior homogeneidade das mudas refletindo em várias vantagens ao produtor formando plantas com maior número de dedos (frutos) por penca, maior número de pencas por cacho, menor variabilidade no tamanho e forma dos frutos, e menor incidência de nematóides em áreas contaminadas. A velocidade de propagação *in vitro* é muito superior à propagação convencional servindo de ferramenta para se obter material de plantio em grande escala, pois a bananicultura está crescendo a cada dia, e a

demanda por material com características agronômicas desejáveis é crescente. As plantas obtidas de cultura de tecidos produzem 30% a mais do que as propagadas convencionalmente (SANADA, 1993), aumentando a oferta do produto para comercialização.

SCARPARE FILHO, et al. (1998) relatam que os piores desempenhos com relação ao intervalo entre o plantio e a colheita e produção ocorrem com mudas micropropagadas. Estes resultados, porém são contrários aos obtidos por VUYLSTEKE et al. (1997) e LEONEL et al. (2004), mostrando que as mudas de bananeiras obtidas através da micropropagação crescem mais vigorosas, mais altas, com maiores períodos de produção e mais uniformemente, além de se estabelecerem mais rapidamente e proporcionarem maior produtividade com relação às propagadas convencionalmente.

A propagação *in vitro*, é uma técnica de multiplicação de plantas, de forma assexuada, que vem se expandindo, devido seus benefícios para os produtores em geral. Consiste em formar mudas com características desejáveis dentre as quais se destacam; obtenção de mudas saudáveis, mesmo se provenientes de matrizes infetadas, através de tecidos meristemáticos; produção de um grande número de mudas em um curto espaço de tempo; maior vigor das mudas; multiplicação de plantas difíceis de serem propagadas por métodos convencionais; auxílio em programas de melhoramento vegetal (KOZAI et al., 1997).

Segundo LAMEIRA et al. (1990), a micropropagação constitui uma metodologia eficaz permitindo uma multiplicação em grande escala a partir de um explante num curto espaço de tempo, disponibilizando material para plantio em novas áreas. Permite ainda o intercâmbio de material livre de patógenos e com genótipos selecionados, facilitando a transferência de germoplasma de uma região para outra.

Com o objetivo de aumentar a quantidade do fruto produzido, muitos agricultores estão expandindo as áreas agrícolas, e se torna fundamental que mudas com potencial elevado de produção sejam plantadas nestes locais e também, principalmente em áreas pouco produtivas (KRIKORIAN, 1989).

Mudas micropropagadas possuem tolerância maior às doenças e pragas aumentando a vida útil do bananal (BANERJEE e DE LANGHE, 1985)

Deve-se, entretanto ressaltar que podem ocorrer variações somaclonais nas progênes obtidas através da micropropagação, por consequência da exposição do material vegetal ao meio nutritivo, refletindo em diferenças nas características da planta (ISRAELI et al., 1991; DUNCAN, 1997). A heterogeneidade das progênes pode ocorrer em sua morfologia, fenologia e potencial produtivo e, segundo KARP (1994), é um fator inesperado e indesejado para os agricultores. A taxa de variação somaclonal em bananeiras micropropagadas pode ser elevada com o aumento no número de subcultivos nos cultivares 'Nanicão' e 'Grande Naine' (RODRIGUES, 1996). Pelos padrões Internacionais se admite uma taxa de variação somaclonal de até 5%.

#### **1.4. Micropropagação**

##### **1.4.1. Escolha das plantas matrizes**

É fundamental em um programa de propagação clonal, uma meticulosa escolha das plantas que servirão de matrizes para o processo. Um fator determinante para obtenção de mudas de boa qualidade, diz respeito à escolha de uma boa matriz, devendo conter todas as características desejáveis da espécie a ser propagada. Quando se determinam quais serão as matrizes para a propagação *in vitro*, fatores relacionados ao porte da planta, produtividade média e condição fitossanitária devem ser observadas.

A condição fitossanitária da planta matriz é importante pois determinará a facilidade em descontaminar o explante durante o isolamento. É interessante conservar, se possível, plantas matrizes em casa de vegetação ou câmara de crescimento, pois no campo as plantas estão em contato direto com fontes de contaminações. Para o preparo de material que servirá de matriz, alguns procedimentos são importantes, tais como, realização de pré-tratamentos. Estes tratamentos podem ser realizados aplicados na planta (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998). Pré-tratamentos a base de fungicidas e/ou inseticidas



sistêmicos acrescidos ainda com antibióticos (agrimicina) auxiliam na boa qualidade fitossanitária do material que será levado ao laboratório e servirá de explante ao processo de micropropagação, melhorando sua resposta às novas condições *in vitro*.

#### **1.4.2. Tipos de explantes**

O explante é o material vegetal a ser cultivado *in vitro* que irá regenerar uma nova planta, podendo ser uma célula, um tecido ou um órgão vegetal (RÊGO, 1984). Segundo GRATTAPAGLIA e MACHADO (1998), qualquer tecido pode ser utilizado como explante, em vista da totipotência que as células vegetais apresentam. Porém, existem tecidos que possuem células com maior capacidade de regenerar plantas, expressando melhor a totipotência, devido à maior proporção meristemática.

Segundo HWANG et al. (1984), para o processo de micropropagação, pode-se utilizar várias fontes de explantes, tais como ápices caulinares, gemas laterais e gemas florais. Utiliza-se com maior frequência, atualmente, a técnica de cultivo *in vitro* de ápices caulinares (SANDOVAL et al., 1991). Os explantes podem ser retirados de mudas tipo chifre ou chifrinho. Segundo ANGARITA e PEREA (1991), além da natureza do explante, o seu tamanho também é um fator que influencia nas taxas de multiplicação *in vitro*. Alguns autores consideram que os explantes maiores proliferam mais (DORE SWAMY et al., 1982/83), mas outros consideram os explantes de menor tamanho ideais, pois liberam menos compostos fenólicos e proporcionam melhores taxas de multiplicação (SANDOVAL e MÜLLER, 1987).

Outros tipos de explantes tais como folhas, raízes etc., também podem ser utilizados. Porém, como já estão em um nível de diferenciação mais avançado, há a necessidade de se induzir uma dediferenciação celular ocorrendo a formação de calo para em seguida iniciar o processo de regeneração indireta e multiplicação. Mas esta estratégia, além de apresentar dificuldades de regeneração de plantas, demanda mais tempo, em geral, dependente da ação de reguladores vegetais podendo implicar numa

infidelidade genotípica. Diante disto, ápices caulinares, gemas axilares e meristemas apicais, são os explantes mais indicados na propagação *in vitro* de bananeira (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1990).

ZAFFARI et al. (1995), trabalhando com bananeiras dos cultivares 'Grande Naine' e 'Nanicão', relatam que dentro dos diversos fatores relacionados à propagação *in vitro*, o tipo de explante exerce forte influência nas subseqüentes respostas obtidas na regeneração das plântulas e posteriormente nas mudas formadas, e conseqüentemente possibilitando maiores produções.

#### **1.4.3. Desinfecção superficial dos explantes**

Segundo PIERIK (1990), em princípio, existem quatro fontes de infecção nos materiais vegetais; a planta (internamente e externamente); o meio nutritivo (insuficientemente esterilizado); o ar e o manipulador (trabalho pouco preciso). De acordo com este autor, a fonte de infecção mais importante a ser considerada e a responsável pela maioria das contaminações é o material vegetal, que deve ser esterilizado antes do procedimento de isolamento e introdução *in vitro*. Para o procedimento de desinfecção utiliza-se primeiramente álcool (96%) por alguns segundos e logo em seguida os explantes devem ser submetidos ao hipoclorito de sódio na concentração de 1% por um período de 10 a 30 minutos, contendo algumas gotas de Tween 20 ou 80. Após estes tratamentos deve-se fazer de três a quatro enxágües para eliminação do excesso de hipoclorito de sódio, e em câmara de fluxo laminar proceder o isolamento do material vegetal e inoculação do explante.

GRATTAPAGLIA e MACHADO (1998) destacam que a maior dificuldade na etapa de desinfecção é obter um material limpo sem conduzi-lo a morte quando isolado. Existem alguns microorganismos endógenos que podem ser tratados antes de serem destacados da planta-matriz, através de um controle fitossanitário freqüente. Para desinfecção superficial, os explantes são comumente tratados com etanol e compostos a base de cloro (hipoclorito de sódio e cálcio). Para aumentar o contato destas substâncias com os tecidos

pode-se adicionar à solução o detergente Tween 20 nas concentrações de 0,01 a 0,05% (v/v). O tempo de exposição das substâncias germicidas e o material vegetal poderá variar dependendo do tipo de tecido a ser esterilizado, levando-se em conta que, em tecidos mais herbáceos o tempo geralmente é menor quando comparado com tecidos lenhosos e as concentrações poderão variar também segundo estes aspectos morfológicos.

BHAGWAT e DUNCAN (1998) trabalhando com *Musa* spp. (AAA), desinfetaram os explantes provenientes de ápices caulinares com solução de Clorox™ (5,25% v/v NaOCl) por um período de 15 minutos, enxaguando três vezes o material vegetal logo em seguida com água destilada esterilizada.

UTINO et al. (2001) procederam com *Musa* spp. cv. 'Prata' (AAB) desinfecção superficial de ápices caulinares, hipoclorito de sódio (35 ml/L<sup>-1</sup>) acrescidos de 30 gotas.L<sup>-1</sup> de detergente Tween-20.

DEBIASI et al. (2002) trabalhando com micropropagação de *Musa* spp. cultivares 'Grande Naine' e 'Nanicão' submeteram gemas laterais à desinfecção superficial com hipoclorito de sódio a 33% v/v adicionada de algumas gotas de detergente neutro por um período de 20 minutos e, em seguida com álcool a 70%, por 2 minutos.

#### **1.4.4. Preparo do meio de cultura**

O meio de cultura deve fornecer às células, tecidos e órgãos de plantas as substâncias essenciais para seu crescimento, controlando em grande parte o desenvolvimento *in vitro* do explante inoculado, possibilitando que as reações bioquímicas e vias metabólicas básicas funcionem, embora alguns processos, como fotossíntese possam ser inativados pelas condições de cultivo e pelo estado de diferenciação das células (CALDAS et al., 1998).

Segundo GRATTAPAGLIA e MACHADO (1998), muitas formulações de meio básico têm sido utilizadas no início de cultivo, sendo que o meio de cultura MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) tem apresentado resultado satisfatório para diversas espécies. A concentração de sacarose ou outra fonte de açúcar tem também efeito marcante sobre a multiplicação e o crescimento.

Concentrações de 2 a 4% p/v são as mais comuns. Abaixo dessa faixa, pode ocorrer clorose generalizada na cultura e, acima dela, pode ocorrer problemas com potencial osmótico e levar a uma deterioração das culturas. MACRAE e STADEN (1990), destacam que o crescimento dos tecidos muitas vezes pode ser inibido por alta concentração iônica, níveis elevados da concentração de nitrogênio total, deficiência de cálcio, sensibilidade ao cloreto, qualidade utilizada e do agente solidificante.

Segundo SINGHA et al. (1985), os níveis de nutrientes no explante foram influenciados pelo tipo e concentração da ágar. Aumentando sua concentração, poderia ocorrer aumento nos níveis de P, Fe, Zn e Al e uma redução nos níveis de Ca, Mg e Mn.

Normalmente o pH do meio de cultura é ajustado para um valor entre 5,5 e 6,0 e é um aspecto que deve ser considerado por influenciar na disponibilidade de nutrientes, reguladores vegetais e no grau de solidificação do meio (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998).

O BAP (6-benzilaminopurina), um regulador vegetal pertencente ao grupo das citocininas sintéticas, possui grande importância na divisão e diferenciação celular, e tem sido utilizada adicionada ao meio nutritivo, para induzir o aumento no número de brotações, no processo de propagação *in vitro* de bananeira (GODINHO et al., 1991). Segundo WONG (1986), geralmente se utilizam entre 0,1 a 5,0 mg.L<sup>-1</sup> de BAP na fase de multiplicação.

Segundo GRATTAPAGLIA e MACHADO (1998), os explantes introduzidos podem apresentar algumas deficiências hormonais, pois encontram-se isolados das regiões produtoras na planta matriz, necessitando assim de uma adição nos meios nutritivos para suprir as necessidades dos tecidos.

Segundo NOGGLE e FRITZ (1976), essas substâncias (BAP) iniciam as reações químicas, mudam a composição química dentro da planta e quando associadas aos fatores ambientais como luz, temperatura, etc., interagem com os processos bioquímicos durante os processos de crescimento e diferenciação celular.

A citocinina, além de induzir a divisão celular, está relacionada com o transporte, acúmulo e retenção de metabólitos em tecidos e órgãos (LETHAM, 1967). Segundo BLAKESLEY (1991), as citocininas estimulam a iniciação e o crescimento de brotações *in vitro*, aumentando a produção de gemas axilares ou adventícias. As citocininas são importantes na quebra da dominância apical e indução e proliferação de gemas adventícias. GODINHO et al. (1991) relata que o BAP é importante na divisão e diferenciação celular e tem sido utilizado na cultura da bananeira para induzir o aumento do número de brotações. WONG (1986) observou em bananeira, que na ausência do regulador BAP no meio de cultura não houve o desenvolvimento de gemas. A concentração de  $5,0 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP permitiu a obtenção de altas taxas de multiplicação para os cultivares 'Philippine Lacatan' e 'Grande Naine' (CRONAUER e KRIKORIAN, 1984), 'Prata' e 'Nanicão' (LAMEIRA et al., 1988); 'Prata' (LAMEIRA et al., 1990); 'Nanicão' e 'Grande Naine' (SOUZA JUNIOR e CALBO, 1988).

#### **1.4.5. Incubação das plântulas**

DEBIASI et al. (2002) trabalhando com bananeiras cvs. 'Grande Naine' e 'Nanicão' mantiveram incubados o material vegetal em sala de crescimento com fotoperíodo de 16 horas de luz e intensidade luminosa de  $50 \text{ mmol.m}^2.\text{s}^{-1}$  e temperatura de  $28^{\circ}\text{C}$  com variação de  $2^{\circ}\text{C}$ . NAVARRO et al. (1994) incubaram plântulas de *Musa* spp. 'Petite Naine' (AAA) em fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro sob temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$  com variação de  $2^{\circ}\text{C}$ . BHAGWAT e DUNCAN (1998) incubaram frascos com ápices caulinares sob fotoperíodo de 16 horas a  $28^{\circ}\text{C}$  com variação de  $2^{\circ}\text{C}$ . A grande maioria dos protocolos para incubação das mudas micropropagadas se referem a procedimentos semelhantes aos descritos a cima.

#### **1.4.6. Aclimação das mudas**

NAVARRO et al. (1994) aclimataram mudas provenientes de cultura de tecidos em estufa dentro de pequenas caixas cobertas com plástico e

mantiveram o local com saturação de umidade relativa do ar. Após 15 dias, as mudas foram plantadas em potes de 2 litros com substrato comercial na densidade de 25 plantas/m<sup>2</sup> acomodadas na mesma estufa. Os autores obtiveram taxa de 100% de sobrevivência, sendo que a temperatura média foi de 27°C com variação de 3°C.

BHAGWAT e DUNCAN (1998) retiraram mudas de *Musa* spp. obtidas de cultura de tecidos e colocaram em recipientes de 250 ml com substrato comercial acrescido de 10 ml de fertilizante NPKMg (12:12:17:2), aclimatando-as por um período de 2 semanas.

Muitos protocolos de aclimação apresentam o procedimento de colocar as mudas produzidas *in vitro* em recipientes ou bandejas com substrato comercial sob estufas cobertas com telas pretas para limitar a luminosidade e filme plástico com o objetivo de deixar o ambiente com maior umidade relativa do ar.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local do experimento

O processo de micropropagação foi realizado no Laboratório de Biotecnologia Vegetal (CREUPI - B3), no município de Espírito Santo do Pinhal, Estado de São Paulo. A aclimação foi realizada no Viveiro de Mudas da Fisiologia Vegetal no CREUPI - Campus I, e o plantio em campo foi feito na Fazenda Capuava (Figura 1) no município de Paranapanema, Estado de São Paulo, latitude 23° 23' 14''S e longitude 48° 43' 24'' com altitude 640 m acima do nível do mar, com temperatura média de 21°C. O clima é subtropical de transição e o tipo de solo á Latossolo Vermelho Escuro. O índice pluviométrico médio é de 1300 mm, mais concentrados entre os meses de setembro a março (IBGE, 2005).



**Figura 1.** Bananal cv. 'Maçã' (AAB) com 3,5 anos de idade - Fazenda Capuava

## 2.2. Processo de propagação *in vitro*

Em uma propriedade agrícola da região de Fernandópolis, Estado de São Paulo, 15 plantas adultas de *Musa* spp. cv. 'Maçã' (AAB) foram selecionadas no campo, as quais foram retirados os rizomas (brotos laterais) tipo chifre e serviram de matrizes para o presente trabalho. As plantas foram selecionadas por apresentar características agronômicas desejáveis em um bananal com aproximadamente 300.000 indivíduos adultos. Após a retirada dos rizomas, foram levadas ao laboratório para o processo de micropropagação.

Os rizomas foram acomodados em bancadas na parte externa do laboratório onde, com o auxílio de um facão, sofreram as primeiras retiradas das camadas superficiais de folhas para eliminação de resíduos e sujeiras que se estabelecem nas regiões em contato com o solo (Figura 2).



**Figura 2.** Rizoma selecionado para o programa de propagação *in vitro* medindo 30 cm de comprimento por 20 cm de largura.

Em seguida, com auxílio de uma faca foram retiradas mais camadas de folhas até a redução em torno de 10 cm, isolando-se os ápices caulinares (Figura 3). Estes rizomas reduzidos foram então colocados em um recipiente contendo hipoclorito de sódio na concentração de 1%, por um período de 15



minutos, para eliminação prévia de contaminantes e conduzidos para dentro do laboratório.



**Figura 3.** Rizoma reduzido através de desfolhamento das camadas superficiais medindo 10 cm de comprimento por 3 cm de comprimento.

No Laboratório, os rizomas foram reduzidos mais uma vez e submetidos à desinfecção onde permaneceram por um período de 1 minuto em etanol 70% v/v para quebrar a tensão superficial dos tecidos e na seqüência foram colocados em outro Becker contendo hipoclorito de sódio (NaClO) na concentração de 0,4% v/v por um período de 20 minutos, preparado a partir de produto comercial (água sanitária com 2,0% de cloro ativo). O processo de desinfecção foi realizado em condições assépticas, em balcão previamente limpo com álcool, e vidrarias e instrumentos de corte flambados e esterilizados em autoclave.

Após os tratamentos de desinfecção, os explantes foram enxaguados três vezes em água deionizada esterilizada em condições assépticas (Figura 4).



**Figura 4.** Desinfecção superficial dos explantes em etanol (70% v/v) e hipoclorito de sódio (0,4% cloro ativo).

Em seguida à desinfecção superficial, em câmara de fluxo laminar, os ápices caulinares foram reduzidos, com auxílio de pinça e bisturi, mais uma vez, até permanecerem com aproximadamente 3,0 cm de comprimento por 1,0 cm de diâmetro (Figura 5).



**Figura 5.** Explante sendo reduzido pela última vez, para inoculação em meio de cultivo.

Foi utilizado para a inoculação dos explantes o meio de cultura MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) modificado com as vitaminas do meio de cultura de MOREL (1960) (Tabela 1). Os meios foram feitos a partir de soluções-estoques previamente preparados e acondicionados em geladeira na temperatura de 4°C. Para solidificação do meio, foi utilizado o Phytigel™ (Sigma Corporation). Foi acrescido ao meio de cultura de introdução, o BAP na concentração de 2,5 mg/L<sup>-1</sup>. De acordo com BLAKESLEY (1991), o BAP, regulador vegetal pertencente ao grupo das citocininas, estimulam a iniciação e o crescimento de brotações *in vitro*.

**Tabela 1.** Meio de cultura MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) modificado com as vitaminas do meio de MOREL (1960).

| <b>Componentes</b>                                   | <b>Concentração (mg L<sup>-1</sup>)</b> |
|--|---|
| <b>Macronutrientes</b>                               |   |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                      | 1.650,00                                |
| KNO <sub>3</sub>                                     | 1.900,00                                |
| Ca Cl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O               | 440,00                                  |
| Mg SO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O               | 370,00                                  |
| K H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                     | 170,00                                  |
| <b>Micronutrientes</b>                               |   |
| Mn SO <sub>4</sub> . 4H <sub>2</sub> O               | 22,30                                   |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                       | 6,20                                    |
| Zn SO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O               | 8,60                                    |
| KI   | 0,83                                    |
| Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> . 2H <sub>2</sub> O | 0,25                                    |
| Cu SO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O               | 0,025                                   |
| Co Cl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O               | 0,025                                   |
| <b>FeEDTA</b>  |   |
| Na <sub>2</sub> EDTA. 2H <sub>2</sub> O              | 37,30                                   |
| Fe SO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O               | 27,80                                   |
| <b>Vitaminas</b>                                     |   |
| Tiamina HCl  | 1,00                                    |
| Ácido nicotínico                                     | 1,00                                    |
| Piridoxina.HCl                                       | 1,00                                    |
| Mio-inositol   | 100,00                                  |
| Biotina  | 0,01                                    |
| Pantotenato de Ca                                    | 1,00                                    |
| Sacarose   | 30.000                                  |

Inicialmente, para a introdução do material vegetal na fase *in vitro*, foi preparado 1,0 litro de meio MS modificado distribuídos em alíquotas de 50 ml em frascos de 300 ml.

Foram inoculados, em câmara de fluxo laminar, com auxílio de pinça e bisturi, 15 frascos contendo um rizoma por frasco (Figura 6).

Após a inoculação dos ápices caulinares, os frascos foram levados para Sala de Crescimento e incubados sob temperatura de 27°C e fotoperíodo de 16 horas (Figura 7).

Após 4 semanas de contato dos ápices caulinares com o meio de cultura MS modificado, acrescido de BAP, os explantes intumesceram e foram feitas cortes longitudinais em todos explantes visando quebra da dominância apical

das gemas para induzir o aumento nas brotações de acordo com ANGARITA e PEREA (1991) e GRUPTA (1986). Alguns explantes apresentaram forte liberação de compostos fenólicos semelhante a contaminação com bactérias, e foram descartados. Dos 15 frascos introduzidos foram selecionados 10 para o processo de clonagem, que apresentaram melhor aspecto e menor quantidade de compostos fenólicos liberados.



**Figura 6.** Inoculação do rizoma em meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) modificado com vitaminas de MOREL (1960).

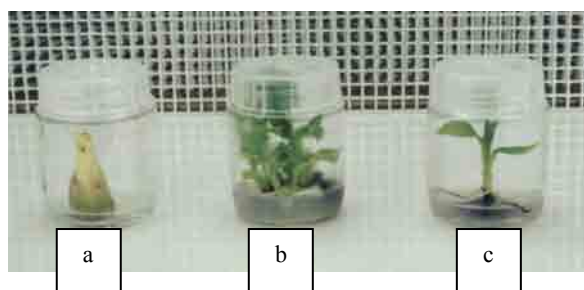


**Figura 7.** Rizomas incubados à temperatura de 27°C e fotoperíodo de 16 horas, subcultivados a cada 30 dias.

Cada explante foi então dividido em duas partes gerando 20 novos frascos com 1 explante cada. Para este procedimento foi feito novo meio de cultura variando a concentração do BAP de 2,5 para 4,5 mg L<sup>-1</sup> (RODRIGUES, 1996). A partir deste momento começaram a surgir as primeiras brotações provenientes de algumas gemas adventícias. Foi estabelecido o período de 4

semanas para a realização dos subcultivos onde as brotações novas eram retiradas do rizoma e subcultivadas em novos meios nutritivos sempre contendo  $4,5 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP. Foram realizados no total 5 subcultivos.

Este procedimento foi realizado com auxílio de pinça e bisturi, sendo colocados 5 novos brotos em cada frasco, para permitir um adequado desenvolvimento das plântulas. Após cada subcultivo, as brotações anteriores apresentavam novas brotações fazendo com que o número de plântulas produzidas fossem multiplicando (Figura 8). No processo de repicagem, foram retirados tecidos oxidados das brotações novas.



**Figura 8.** a) explante na fase inicial de incubação; b) várias brotações induzidas pela citocinina BAP; c) plântula pronta para aclimação.

### 2.3. Aclimação

Após o período de incubação, onde os explantes se multiplicaram, as plântulas foram transferidas para bandejas de plástico de 24 células e o substrato de plantio utilizado foi o produto comercial PlantMax cuja formulação se encontra na Tabela 2.

**Tabela 2.** Análise do substrato para aclimação (macro e micronutrientes).

| Macronutrientes           |                         |                         |                         |       |     |          |    |       |      |       |          |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|-----|----------|----|-------|------|-------|----------|
| M.O.<br>g/dm <sup>3</sup> | pH<br>CaCl <sub>2</sub> | P<br>mg/dm <sup>3</sup> | S<br>mg/dm <sup>3</sup> | K     | Ca  | Mg       | Al | SB    | H+Al | CTC   | V<br>(%) |
| mmolc/dm <sup>3</sup>     |                         |                         |                         |       |     |          |    |       |      |       |          |
| 136                       | 5,5                     | 120                     | 23                      | 9,2   | 182 | 43       | 1  | 234,2 | 33   | 267,2 | 88       |
| Micronutrientes           |                         |                         |                         |       |     |          |    |       |      |       |          |
| Boro                      |                         | Cobre                   |                         | Ferro |     | Manganês |    | Zinco |      |       |          |
| 0,25                      |                         | 0,30                    |                         | 24    |     | 13,4     |    | 11,3  |      |       |          |

As bandejas foram levadas para uma estufa coberta com filme plástico 150 microns transparente e uma tela de sombreamento preta (sombrite 50%) para reduzir a intensidade luminosa. Nos primeiros 15 dias de aclimação manteve-se a umidade relativa do ar alta com freqüentes irrigações no decorrer do dia (de 4 a 7 irrigações). A freqüência nas irrigações foi diminuída a cada semana até o final da aclimação aos 60 dias, quando as mudas se adaptaram às condições ambientais (Figura 9).

**Figura 9.** Muda aclimatada com 40 cm de altura pronta para ser levada ao campo.

#### **2.4. Plantio das mudas em campo**

Após o período de aclimação de 60 dias, foram selecionadas 1.500 mudas, de um total de 2.000 rustificadas, que foram levadas ao campo para serem plantadas na fazenda Capuava na região de Paranapanema, Estado de São Paulo, em meados de 2000. A propriedade é uma das maiores produtoras de bananas do cultivar 'Nanicão' da região, com infra-estrutura de produção.

O solo foi roçado, pulverizado com herbicida de contato e aplicado calcário na área total e depois no sulco de plantio. As covas foram abertas com 130 cm de profundidade com sulcador tratorizado. Foi aplicado também no sulco de plantio Fosmag 464 (fósforo: 180 kg/ton; cálcio: 140 kg/ton; enxofre: 100 kg/ton; magnésio: 35 kg/ton; zinco: 6,5 kg/ton; boro: 1,5 kg/ton; cobre: 1,8 kg/ton). O espaçamento utilizado foi o de 4,5 x 4,0m.

O bananal foi roçado periodicamente com roçadeira tratorizada e foram realizadas aplicações com adubação nitrogenada (100 g/cova de uréia: 45% de N); 100 g/cova de KCl (60%) e esterco de galinha poedeira (6 kg/cova).

#### **2.5. Avaliações de pesos e medidas dos cachos e frutos das bananeiras no segundo ciclo de produção.**

Foram realizadas medições, com auxílio de balança e régua, para obtenção dos valores referentes ao peso dos cachos, número de pencas por cacho, número de frutos por penca, peso dos frutos e comprimento dos frutos. As medições foram feitas em 100 cachos colhidos no ponto de comercialização, quando a casca dos frutos começam a arredondar.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Regeneração das plântulas *in vitro***

##### **3.1.1. Porcentagem de contaminação na introdução do material *in vitro* e durante os subcultivos**

A introdução do material *in vitro* de bananeira é marcada quase sempre com problemas relacionados à contaminações, que na grande maioria, são causadas principalmente por bactérias seguidas dos fungos. Outro problema freqüente na fase de introdução do explante *in vitro* é decorrente da liberação de compostos fenólicos no meio de cultura que acaba oxidando parte dos rizomas diminuindo a superfície de contato entre o explante e o meio de cultura, causando a diminuição da brotação por inibir a absorção de nutrientes do meio nutritivo. No presente trabalho observou-se liberação de compostos fenólicos logo quando o explante entrou em contato com o meio de cultura e aumentou nos primeiros três dias da introdução de acordo com o trabalho realizado por SANDOVAL e MULLER (1987), mas não comprometeu seu desenvolvimento. Pode-se realizar uma prática de subcultivar em meios novos os explantes oxidados e, com auxílio de pinça e bisturi, realizar uma limpeza do tecido oxidado, para melhorar as condições de cultivo (ANGARITA e PEREA, 1991), no entanto, no presente trabalho optou-se pela não realização deste procedimento, pois foi observado que os rizomas inoculados apresentavam um adequado intumescimento, permitindo uma absorção dos nutrientes do meio de cultura pelos explantes.

A porcentagem de contaminação por bactérias foi de 20% na introdução do material *in vitro* e foram visíveis a partir dos primeiros três dias da



introdução que foram descartados imediatamente. Durante os subcultivos a taxa de contaminação foi de 10% no total, apresentando resultados semelhantes ao trabalho realizado por LAMEIRA et al. (1988) com a mesma cultura. SENDIN (2001) obteve porcentagem média de contaminação de 15% para banana 'Maçã' durante os subcultivos.

### **3.1.2. Taxa de multiplicação dos explantes nos subcultivos**

Pelos métodos tradicionais de produção de mudas no campo, através da separação de rizomas (rebentos), pode-se obter em média 10 mudas por planta por matriz ao ano, o que significa uma pequena parte da quantidade de mudas propagadas quando se compara com propagação *in vitro*. Através da cultura de tecidos vegetais pode-se produzir em torno de 250 mudas por planta por matriz (OLIVEIRA, 1998). A quantidade de mudas produzidas no campo pode variar de acordo com o tipo de cultivar e das condições gerais de cultivo, como irrigação, adubação, controle de pragas e doenças, capinas e também nas variações das condições ambientais. Quando se propaga mudas de bananeiras através de cultura de tecidos, a variação do número de mudas obtidas é influenciada também com o tipo de cultivar produzido e condições de cultivo *in vitro*, porém o número de mudas produzidas sempre é muito superior quando comparado com métodos convencionais de propagação no campo.

A utilização de técnicas de cultura de tecidos vegetais para propagação em grande escala de mudas de bananeiras do cultivar 'Maçã' mostra ser uma eficiente ferramenta para os agricultores, pois através de métodos convencionais de cultivo se obtém de três a doze filhotes por ano em muitos cultivares (OLIVEIRA e SILVA, 1997).

Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram que o número de brotações variou entre 1,5 a 5,1 apresentando a média de 2,6 brotos por explante (Tabela 3). O maior número de brotações ocorreu no quarto subcultivo e a menor brotação foi observada no sexto subcultivo. DEBIASE et al. (2002) obteve em seu trabalho com os cultivares 'Grande Naine' e 'Nanicão' máxima

proliferação dos explantes *in vitro* no terceiro subcultivo, com resultados semelhantes aos apresentados neste trabalho.

Tabela 3. Multiplicação dos explantes nos 5 subcultivos.

| Subcultivos         | Explantes  |           |           |           |           |           |           |           |           |           | Média |
|---------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
|                     | 1  | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        |       |
|                     | <b>Número de brotos e taxa de multiplicação</b>                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |       |
| <b>Introdução</b>   | 1  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1     |
| <b>(30 dias)</b>    | 2  | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2,0   |
| <b>1 (60 dias)</b>  | 3 (1,5)*   | 4 (2,0)   | 4 (2,0)   | 3 (1,5)   | 5 (2,5)   | 3 (1,5)   | 6 (3,0)   | 4 (2,0)   | 4 (2,0)   | 3 (1,5)   | 2,0   |
| <b>2 (90 dias)</b>  | 10 (3,3)   | 9 (2,3)   | 11 (2,8)  | 10 (3,3)  | 12 (2,4)  | 11 (3,7)  | 15 (2,5)  | 9 (2,3)   | 10 (2,5)  | 8 (2,7)   | 3,3   |
| <b>3 (120 dias)</b> | 39 (3,9)   | 42 (4,7)  | 46 (4,2)  | 51 (5,1)  | 37 (3,1)  | 39 (3,6)  | 41 (2,7)  | 32 (3,6)  | 41 (4,1)  | 34 (4,3)  | 4,0   |
| <b>4 (150 dias)</b> | 113 (2,9)  | 91 (2,2)  | 135 (2,9) | 121 (2,4) | 119 (3,2) | 97 (2,5)  | 141 (3,4) | 98 (2,1)  | 134 (3,3) | 131 (3,9) | 2,9   |
| <b>5 (180 dias)</b> | 242 (2,1)  | 206 (2,3) | 271 (2,0) | 261 (2,2) | 223 (1,9) | 239 (2,5) | 267 (1,9) | 218 (2,2) | 246 (1,8) | 264 (2,0) | 2,1   |
|                     | <b>Média do número de brotações durante os 180 dias/explante</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |       |
|                     | 2,6  | 2,6       | 2,6       | 2,8       | 2,5       | 2,6       | 2,6       | 2,4       | 2,6       | 2,7       | 2,7   |

\* Entre parênteses encontram-se valores da média das brotações.

### 3.2. Características gerais das bananeiras no segundo ciclo de produção

No ponto de comercialização, os cachos foram pesados (Figura 10), apresentando valores entre 13,5 e 16,1 kg e peso médio de 15,2 kg. O número de pencas variou entre 7 a 10 pencas apresentando média de 9 pencas por cacho. O número de frutos por cacho variou entre 72 a 148 apresentando média de 103,3 frutos por cacho. O comprimento dos frutos variou entre 11 e 15 cm e média de 13,18 cm. Todas estas características estão em concordância com as medidas referentes ao cultivar 'Maçã' segundo SILVA et al. (1997).



**Figura 10.** Cacho de banana 'Maçã' no ponto de comercialização.

### 3.3. Balanço financeiro de produção

#### 3.3.1. Balanço financeiro referente à *Musa* spp. cultivar 'Nanicão' (AAA)

A região de Paranapanema-SP possui mais de 250 ha da cultura da bananeira (IBGE, 2005), prevalecendo a produção do cv. 'Nanicão'. A Fazenda Capuava contribui com cerca de 20% do total plantado e está em fase de expansão na produção. Na fazenda também predomina o plantio do cv. 'Nanicão' que se adaptou bem nas condições climáticas da região, porém o módulo economicamente viável mínimo para produção deve ser acima de 20 ha, atraindo compradores ou atravessadores, facilitando o escoamento da

produção. Por necessitar desta quantidade de área plantada, é uma atividade agrícola que favorece os médios e grandes produtores. O balanço financeiro referente a este cultivar está representado no Quadro 1.

Os indicadores de resultado demonstraram que o custo de produção por unidade de área (ha) deste cultivar foi de R\$774,97 e a receita foi de R\$998,03 proporcionando um lucro de R\$223,05 por hectare por mês. O custo por unidade de produção (caixa de 23 Kg) foi de R\$5,73 e a receita foi de R\$7,38 proporcionando um lucro de R\$1,65 por caixa. Os indicadores analíticos revelaram com detalhes os diferentes tipos de custos e lucros mostrando também a margem bruta e a capacidade de investimento da empresa.

É importante observar que com relação às despesas, o valor com maior percentual se refere à mão-de-obra com 38,82% do total (Quadro 1).

Estes resultados são semelhantes aos apresentados pela FNP Consultoria e Agroinformativos (AGRIANUAL, 2004), fazendo referência ao custo de produção do cultivar 'Nanica'.

### **3.3.2. Balanço financeiro referente à implantação de *Musa spp. cv. 'Maçã'* (AAB)**

Observa-se no Quadro 2 que o item com maior valor percentual foi o referente à compra das mudas atingindo 43,60% das despesas. Este percentual pode aumentar de acordo com o preço da muda que varia entre R\$0,80 a R\$1,80 dependendo do laboratório de cultura de tecidos vegetais que as produz e também da quantidade comprada pelo produtor. Para este trabalho o valor foi de R\$1,00 a muda. Vale salientar que o produtor compra a muda para implantar a lavoura e nos anos seguintes, pode aumentar sua área de plantio preparando suas próprias mudas através de métodos convencionais. Entretanto, com a utilização de técnicas convencionais de propagação de mudas, o produtor acaba perdendo a qualidade fitossanitária do bananal colocando em risco sua lavoura além de aumentar o custo de produção pela utilização de maiores quantidades de defensivos agrícolas e da mão-de-obra para os devidos tratos culturais.

Foram plantadas 574 mudas por hectare, e os indicadores de resultado demonstraram que o custo de produção nesta área foi de R\$1.338,24 sem receita no primeiro ano, por consequência das plantas estarem se desenvolvendo. O custo por planta foi de R\$2,33. Os indicadores analíticos revelam os diferentes tipos de custos por hectare e por caixa produzida (Quadro 2). Os resultados obtidos no presente trabalho estão em concordância com os apresentados por FNP Consultoria e Agroinformativos (AGRIANUAL, 2004).

### **3.3.3. Balanço financeiro referente ao 1º ciclo de produção de *Musa* spp. cv. 'Maçã' (AAB)**

O cultivar 'Maçã' não requer muita mão-de-obra durante a condução do bananal, pois o sistema de produção é tipo "família", ou seja, as mudas que se desenvolvem ao redor do pseudocaule são conduzidas junto com a "planta-mãe". Esta técnica de condução evita o aparecimento de doenças, principalmente o mal-do-panamá (*Fusarium oxysporum*), o qual o cultivar 'Maçã' é muito susceptível e não possui controle químico.

Observa-se no Quadro 3 que o custo de produção foi menor quando comparado com a implantação do bananal (Quadro 2), pois além de não haver a despesa referente à compra das mudas obtidas *in vitro*, a mão-de-obra no segundo ano do plantio foi menor também. Por outro lado houve a venda do fruto no valor de R\$14,00 a caixa de 23 Kg. Foram comercializadas 300 caixas num total de 574 plantas/ha.

Os indicadores de resultado demonstraram, que naquelas condições climática, local e época do ano, que o custo de produção por unidade de área (ha) deste cultivar foi de R\$598,59 e a receita foi de R\$4.200,00 proporcionando um lucro de R\$3.601,41 por hectare. O custo por unidade de produção foi de R\$2,00 e a receita foi de R\$14,00 proporcionando um lucro de R\$12,01 por caixa. Os indicadores analíticos revelam mais detalhes referentes aos custos e lucros (Quadro 3).

### **3.3.4. Balanço financeiro referente ao 2º ciclo de produção de *Musa* spp. cv. 'Maçã' (AAB)**

No segundo ciclo produtivo a receita foi ainda maior, pois a grande maioria das plantas produziram bons cachos, uma vez que as plantas se desenvolveram vigorosamente e a produção foi mais homogênea com relação ao primeiro ciclo produtivo, que geralmente é instável nesta cultura, quando proveniente de cultura de tecidos vegetais. Foram comercializadas 500 cx no valor de R\$14,00. Os indicadores de resultado demonstraram que o custo de produção por hectare foi de R\$598,59 e a receita foi de R\$7.000,00 proporcionando um lucro de R\$6.401,41 por hectare. O custo por unidade de produção foi de R\$1,20 e a receita foi de R\$14,00 proporcionando um lucro de R\$12,80 por caixa (Quadro 4).

### **3.3.5. Comparação do balanço financeiro entre bananeiras dos cultivares 'Nanicão' e 'Maçã'.**

O custo de produção do cv. 'Maçã' é menor quando comparado com o cv. 'Nanicão' devido a mão-de-obra ('Maçã') ser menor, uma vez que o método de cultivo é tipo família, sem exigência de tratamentos culturais diversos. Porém existem dificuldades na comercialização do cv. 'Maçã' na região de Paranapanema-SP, pois não é um pólo de produção deste cultivar e conseqüentemente não é fácil comercializar o produto. Não existem atravessadores dispostos a comercializar os frutos a menos que se formem cooperativas de produtores para que seja economicamente viável enviar caminhões e carregar as caixas. Além deste fator, a temperatura mínima da região de Paranapanema-SP é muito baixa, em torno de 6°C com média de 21°C, ocasionando uma deficiência na pigmentação da casca tornando-a "pálida" e menos atrativa ao consumidor final, portanto dificultando a demanda do produto. Na falta deste fruto em outras localidades, a comercialização poderia ser fácil, porém quando houver a oferta do produto em outra região, os

atravessadores poderiam deixar de comprar este fruto com aspecto visual mais “pálido”.

Por outro lado, a produção do cv. ‘Maçã’ possui uma rentabilidade maior quando comparada com o cv. ‘Nanicão’, mas há necessidade de clima quente para obtenção de frutos com alta qualidade de casca.

Para que o plantio do cv. ‘Maçã’ se estabeleça na região de Paranapanema-SP, os produtores devem se unir e montar uma cooperativa para escoar o produto com maior facilidade em locais com falta deste fruto. Outra opção seria direcionar o plantio desta fruta para áreas mais quentes que possibilitem uma coloração da casca mais amarela intensa e seja atrativa ao consumidor final. O Pontal do Paranapanema seria um local ideal para o cultivo deste fruto, já que as exigências climáticas são perfeitas para o cultivar ‘Maçã’. Como a cultura requer pouca mão-de-obra, seria uma atividade agrícola alternativa para regiões de assentamento, onde a agricultura seria familiar conduzida por pequenos produtores que poderiam se associar e formar juntos um local de produção com qualidade satisfatória e disponibilizar o produto no mercado local, ou dependendo da quantidade de produção atrair compradores de outros locais.



**Quadro 1.** Balanço financeiro referente ao cultivar 'Nanicão' no período de um mês.

| Receitas (A) por unidade de área (ha) |             |        |            |
|---------------------------------------|-------------|--------|------------|
| Grupos de Receita                     | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
| Vendas da agricultura                 | 998,03      | 330,89 | 100,00%    |
| SubTotal Grupos de Receita            | 998,03      | 330,89 | 100,00%    |
| Total Receitas (A)                    | 998,03      | 330,89 | 100,00%    |

| Despesas (B) por unidade de área (ha) |             |        |            |
|---------------------------------------|-------------|--------|------------|
| Grupos de Despesas                    | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
| Arrendamento                          | 21,12       | 7,16   | 2,80%      |
| Defensivos                            | 41,41       | 13,66  | 5,50%      |
| Embalagens                            | 10,73       | 3,52   | 1,43%      |
| Encargos sociais                      | 21,29       | 7,22   | 2,83%      |
| Energia elétrica                      | 2,03        | 0,67   | 0,27%      |
| Fertilizantes                         | 13,76       | 4,51   | 1,83%      |
| Impostos e taxas                      | 19,27       | 6,36   | 2,56%      |
| Lubrificantes                         | 0,49        | 0,14   | 0,07%      |
| Mão-de-obra de terceiros              | 8,33        | 2,83   | 1,11%      |
| Mão-de-obra própria                   | 292,38      | 96,08  | 38,82%     |
| Outros/Diversos                       | 20,30       | 6,68   | 2,70%      |
| Prestação de serviços                 | 1,46        | 0,48   | 0,19%      |
| Pró-labore                            | 52,08       | 17,16  | 6,92%      |
| Viagens/deslocamentos                 | 1,23        | 0,41   | 0,16%      |
| SubTotal Grupos de Despesas           | 505,89      | 166,88 | 67,17%     |

| Administração Central        | Valor (R\$) | Dólar | Percentual |
|------------------------------|-------------|-------|------------|
| Combustíveis                 | 0,46        | 0,15  | 0,06%      |
| Encargos sociais             | 1,97        | 0,67  | 0,26%      |
| Energia elétrica             | 1,41        | 0,47  | 0,19%      |
| Fretes                       | 0,21        | 0,07  | 0,03%      |
| Impostos e taxas             | 2,04        | 0,65  | 0,27%      |
| Juros e encargos financeiros | 106,95      | 35,65 | 14,20%     |
| Mão-de-obra de terceiros     | 0,66        | 0,23  | 0,09%      |

... Continua

... Continuação

|                                |        |       |        |
|--------------------------------|--------|-------|--------|
| Mão-de-obra própria            | 37,43  | 12,36 | 4,97%  |
| Outros/diversos                | 0,94   | 0,31  | 0,13%  |
| Prestação de serviços          | 5,87   | 1,93  | 0,78%  |
| Pró-labore                     | 10,67  | 3,52  | 1,42%  |
| Seguros                        | 0,67   | 0,22  | 0,09%  |
| Viagens/deslocamentos          | 0,42   | 0,14  | 0,06%  |
| SubTotal Administração Central | 169,70 | 53,39 | 22,53% |

| Bens de inventário          | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
|-----------------------------|-------------|--------|------------|
| Combustíveis                | 55,54       | 18,83  | 7,37%      |
| Lubrificantes               | 2,27        | 0,77   | 0,30%      |
| Outros/diversos             | 2,22        | 0,75   | 0,29%      |
| Peças de reposição          | 15,08       | 5,11   | 2,00%      |
| Prestação de serviços       | 0,59        | 0,20   | 0,08%      |
| Seguros                     | 1,89        | 0,64   | 0,25%      |
| SubTotal Bens do Inventário | 77,59       | 26,30  | 10,30%     |
| Total Despesas (B)          | 753,18      | 249,57 | 10,30%     |

| Depreciação de Bens de Inventário (C)    |             |       |            |
|--|-------------|-------|------------|
| Tipos de Bem do Inventário               | Valor (R\$) | Dólar | Percentual |
| Benfeitorias                             | 8,27        | 2,95  | 41,57%     |
| Equipamentos                             | 1,96        | 0,70  | 9,84%      |
| Implementos                              | 0,29        | 0,10  | 1,47%      |
| Máquinas autopropelidas                  | 2,65        | 0,95  | 13,31%     |
| Veículos                                 | 6,72        | 2,40  | 33,81%     |
| SubTotal Tipos de Bem de Inventário      | 19,89       | 7,10  | 100,00%    |
| Total Depreciação Bens de Inventário (C) | 19,89       | 7,10  | 100,00%    |

| Custos de Oportunidade (D)                |             |       |             |
|---|-------------|-------|-------------|
| Tipos de Custos de Oportunidade           | Valor (R\$) | Dólar | Porcentagem |
| Remuneração do capital investido na terra | 0,00        | 0,00  | 0,00        |
| Remun. do capital investido na atividade  | 1,91        | 0,65  | 100,00      |
| SubTotal Tipos de Custos de Oportunidade  | 1,91        | 0,65  | 100,00      |
| Total Custos de Oportunidade (D)          | 1,91        | 0,65  | 100,00      |

... Continua

... Continuação

| INDICADORES DE RESULTADO (R\$)       |        |
|--------------------------------------|--------|
| Custo Por Unidade de Área (ha)       | 774,97 |
| Receita por Unidade de Área (ha)     | 998,03 |
| Lucro por Unidade de Área (ha)       | 223,05 |
| Custo por Unidade de Produção (cx)   | 5,73   |
| Receita por Unidade de Produção (cx) | 7,38   |
| Lucro por Unidade de Produção (cx)   | 1,65   |

| INDICADORES ANALÍTICOS      |                               |                                   |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|                             | Valor Unidade<br>de Área (ha) | Valor Unidade<br>de Produção (cx) |
| Receita (A)                 | 998,03                        | 7,38                              |
| Custo Total (B+C+D)         | 774,97                        | 5,73                              |
| Custo Operacional (B+C)     | 773,06                        | 5,72                              |
| Custos de Desembolso (B)    | 753,18                        | 5,57                              |
| Lucro Líquido (A-(B+C+D))   | 223,06                        | 1,65                              |
| Lucro Operacional (A-(B+C)) | 224,96                        | 1,66                              |
| Margem Bruta (A-B)          | 244,85                        | 1,81                              |
| Capac. Invest. (A-(B+C))    | 224,96                        | 1,66                              |

**Quadro 2.** Balanço financeiro referente à implantação do bananal cv. 'Maçã' (AAB).

| Receitas (A) por unidade de área (ha) |             |       |            |
|---------------------------------------|-------------|-------|------------|
| Grupos de Receita                     | Valor (R\$) | Dólar | Percentual |
| Vendas da agricultura                 | 0,00        | 0,00  | 0,00%      |
| SubTotal Grupos de Receita            | 0,00        | 0,00  | 0,00%      |
| Total Receitas (A)                    | 0,00        | 0,00  | 0,00%      |

| Despesas (B) por unidade de área (ha)             |             |        |            |
|---|-------------|--------|------------|
| Grupos de Despesas                                | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
| 574 mudas aclimat. de <i>Musa</i> spp. cv. 'Maçã' | 574,00      | 205,00 | 43,60%     |
| Arrendamento                                      | 21,12       | 7,54   | 1,60%      |
| Defensivos  | 41,41       | 14,79  | 3,15%      |
| Embalagens  | 0,00        | 0,00   | 0,00%      |
| Encargos sociais                                  | 21,29       | 7,22   | 1,62%      |
| Energia elétrica                                  | 2,03        | 0,73   | 0,15%      |
| Fertilizantes                                     | 13,76       | 4,91   | 1,05%      |
| Impostos e taxas                                  | 19,27       | 6,88   | 1,46%      |
| Lubrificantes                                     | 0,49        | 0,18   | 0,04%      |
| Mão-de-obra de terceiros                          | 8,33        | 0,00   | 0,63%      |
| Mão-de-obra própria                               | 292,38      | 104,42 | 22,21%     |
| Outros/Diversos                                   | 20,30       | 7,25   | 1,43%      |
| Prestação de serviços                             | 1,46        | 0,52   | 0,11%      |
| Pró-labore  | 52,08       | 18,60  | 3,96%      |
| Viagens/deslocamentos                             | 1,23        | 0,44   | 0,02%      |
| SubTotal Grupos de Despesas                       | 1.069,15    | 381,84 | 81,22%     |

| Administração Central        | Valor (R\$) | Dólar | Percentual |
|------------------------------|-------------|-------|------------|
| Combustíveis                 | 0,46        | 0,16  | 0,04%      |
| Encargos sociais             | 1,97        | 0,70  | 0,15%      |
| Energia elétrica             | 1,41        | 0,50  | 0,11%      |
| Fretes                       | 0,21        | 0,08  | 0,02%      |
| Impostos e taxas             | 2,04        | 0,73  | 0,16%      |
| Juros e encargos financeiros | 106,95      | 38,20 | 8,12%      |

... Continua

... Continuação

|                                |        |       |        |
|--------------------------------|--------|-------|--------|
| Mão-de-obra de terceiros       | 0,66   | 0,24  | 0,05%  |
| Mão-de-obra própria            | 37,43  | 13,37 | 2,84%  |
| Outros/diversos                | 0,94   | 0,34  | 0,07%  |
| Prestação de serviços          | 5,87   | 2,10  | 0,45%  |
| Pró-labore                     | 10,67  | 3,81  | 0,81%  |
| Seguros                        | 0,67   | 0,24  | 0,05%  |
| Viagens/deslocamentos          | 0,42   | 0,15  | 0,03%  |
| SubTotal Administração Central | 169,70 | 53,39 | 12,89% |

| Bens de inventário          | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
|-----------------------------|-------------|--------|------------|
| Combustíveis                | 55,54       | 19,84  | 4,22%      |
| Lubrificantes               | 2,27        | 0,81   | 0,17%      |
| Outros/diversos             | 2,22        | 0,79   | 0,17%      |
| Peças de reposição          | 15,08       | 5,39   | 1,15%      |
| Prestação de serviços       | 0,59        | 0,21   | 0,05%      |
| Seguros                     | 1,89        | 0,68   | 0,14%      |
| SubTotal Bens do Inventário | 77,59       | 27,71  | 5,89%      |
| Total Despesas (B)          | 1.316,44    | 470,16 | 100,00%    |

| Depreciação de Bens de Inventário (C)       |             |       |            |
|---|-------------|-------|------------|
| Tipos de Bem do Inventário                  | Valor (R\$) | Dólar | Percentual |
| Benfeitorias                                | 8,27        | 2,95  | 41,57%     |
| Equipamentos                                | 1,96        | 0,70  | 9,84%      |
| Implementos                                 | 0,29        | 0,10  | 1,47%      |
| Máquinas autopropelidas                     | 2,65        | 0,95  | 13,31%     |
| Veículos                                    | 6,72        | 2,40  | 33,81%     |
| SubTotal Tipos de Bem de Inventário         | 19,89       | 7,10  | 100,00%    |
| Total Depreciação de Bens de Inventário (C) | 19,89       | 7,10  | 100,00%    |

| Custos de Oportunidade (D)                |             |       |            |
|---|-------------|-------|------------|
| Tipos de Custos de Oportunidade           | Valor (R\$) | Dólar | Percentual |
| Remuneração do capital investido na terra | 0,00        | 0,00  | 0,00%      |
| Remun. do capital investido na atividade  | 1,91        | 0,68  | 100,00%    |
| SubTotal Tipos de Custos de Oportunidade  | 1,91        | 0,68  | 100,00%    |
| Total Custos de Oportunidade (D)          | 1,91        | 0,68  | 100,00%    |

... Continua

... Continuação

| INDICADORES DE RESULTADO (R\$)       |          |
|--------------------------------------|----------|
| Custo Por Unidade de Área (ha)       | 1.338,24 |
| Receita por Unidade de Área (ha)     | 0,00     |
| Lucro por Unidade de Área (ha)       | 0,00     |
| Custo por Unidade de Produção (cx)   | 2,33     |
| Receita por Unidade de Produção (cx) | 0,00     |
| Lucro por Unidade de Produção (cx)   | 0,00     |

| INDICADORES ANALÍTICOS      |                            |                             |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                             | Valor Unidade de Área (ha) | Valor Unidade Produção (cx) |
| Receita (A)                 | 0,00                       | 0,00                        |
| Custo Total (B+C+D)         | 1.338,24                   | 2,33                        |
| Custo Operacional (B+C)     | 1.336,33                   | 2,33                        |
| Custos de Desembolso (B)    | 1.316,44                   | 2,29                        |
| Lucro Líquido (A-(B+C+D))   | 0,00                       | 0,00                        |
| Lucro Operacional (A-(B+C)) | 0,00                       | 0,00                        |
| Margem Bruta (A-B)          | 0,00                       | 0,00                        |
| Capac. Invest. (A-(B+C))    | 0,00                       | 0,00                        |

**Quadro 3.** Balanço financeiro referente ao 2º ano de plantio e 1º ciclo de produção do bananal cv. 'Maçã' (AAB).

| Receitas (A) por unidade de área (ha) |             |          |            |
|---------------------------------------|-------------|----------|------------|
| Grupos de Receita                     | Valor (R\$) | Dólar    | Percentual |
| Vendas da agricultura                 | 4.200,00    | 1.500,00 | 100,00%    |
| SubTotal Grupos de Receita            | 4.200,00    | 1.500,00 | 100,00%    |
| Total Receitas (A)                    | 4.200,00    | 1.500,00 | 100,00%    |

| Despesas (B) por unidade de área (ha)       |             |        |            |
|---|-------------|--------|------------|
| Grupos de Despesas                          | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
| Total Despesas (B)                          | 576,79      | 205,99 | 96,36%     |
| Depreciação de Bens de Inventário (C)       |             |        |            |
| Tipos de Bem do Inventário                  | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
| Total Depreciação de Bens de Inventário (C) | 19,89       | 7,10   | 3,32%      |
| Custos de Oportunidade (D)                  |             |        |            |
| Tipos de Custos de Oportunidade             | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
| Total Custos de Oportunidade (D)            | 1,91        | 0,68   | 0,32%      |

| INDICADORES DE RESULTADO (R\$)       |          |
|--------------------------------------|----------|
| Custo Por Unidade de Área (ha)       | 598,59   |
| Receita por Unidade de Área (há)     | 4.200,00 |
| Lucro por Unidade de Área (ha)       | 3.601,41 |
| Custo por Unidade de Produção (cx)   | 2,00     |
| Receita por Unidade de Produção (cx) | 14,00    |
| Lucro por Unidade de Produção (cx)   | 12,01    |

| INDICADORES ANALÍTICOS      |                            |                             |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                             | Valor Unidade de Área (ha) | Valor Unidade Produção (cx) |
| Receita (A)                 | 4.200,00                   | 14,00                       |
| Custo Total (B+C+D)         | 598,59                     | 2,00                        |
| Custo Operacional (B+C)     | 596,68                     | 1,99                        |
| Custos de Desembolso (B)    | 576,79                     | 1,92                        |
| Lucro Líquido (A-(B+C+D))   | 3.601,41                   | 12,01                       |
| Lucro Operacional (A-(B+C)) | 3.603,32                   | 12,01                       |
| Margem Bruta (A-B)          | 3.623,21                   | 12,08                       |
| Capac. Invest. (A-(B+C))    | 3.603,32                   | 12,01                       |

**Quadro 4.** Balanço financeiro referente ao 3º ano de plantio e 2º ciclo de produção do bananal cv. 'Maçã' (AAB).

| Receitas (A) por unidade de área (ha) |             |          |            |
|---------------------------------------|-------------|----------|------------|
| Grupos de Receita                     | Valor (R\$) | Dólar    | Percentual |
| Vendas da agricultura                 | 7.000,00    | 2.500,00 | 100,00%    |
| SubTotal Grupos de Receita            | 7.000,00    | 2.500,00 | 100,00%    |
| Total Receitas (A)                    | 7.000,00    | 2.500,00 | 100,00%    |

| Despesas (B) por unidade de área (ha) |             |        |            |
|---------------------------------------|-------------|--------|------------|
| Grupos de Despesas                    | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
| Total Despesas (B)                    | 576,79      | 205,99 | 96,36%     |
| Depreciação de Bens de Inventário (C) |             |        |            |
| Tipos de Bem do Inventário            | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
| Total Depr. de Bens de Inventário (C) | 19,89       | 7,10   | 3,32%      |
| Custos de Oportunidade (D)            |             |        |            |
| Tipos de Custos de Oportunidade       | Valor (R\$) | Dólar  | Percentual |
| Total Custos de Oportunidade (D)      | 1,91        | 0,68   | 0,32%      |

| INDICADORES DE RESULTADO (R\$)       |          |
|--------------------------------------|----------|
| Custo Por Unidade de Área (ha)       | 598,59   |
| Receita por Unidade de Área (ha)     | 7.000,00 |
| Lucro por Unidade de Área (ha)       | 6.401,41 |
| Custo por Unidade de Produção (cx)   | 1,20     |
| Receita por Unidade de Produção (cx) | 14,00    |
| Lucro por Unidade de Produção (cx)   | 12,80    |

| INDICADORES ANALÍTICOS      |                         |                                |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|
|                             | Valor Unidade Área (ha) | Valor Unidade de Produção (cx) |
| Receita (A)                 | 7.000,00                | 14,00                          |
| Custo Total (B+C+D)         | 598,59                  | 1,20                           |
| Custo Operacional (B+C)     | 596,68                  | 1,19                           |
| Custos de Desembolso (B)    | 576,79                  | 1,15                           |
| Lucro Líquido (A-(B+C+D))   | 6.401,41                | 12,80                          |
| Lucro Operacional (A-(B+C)) | 6.403,32                | 12,81                          |
| Margem Bruta (A-B)          | 6.423,21                | 12,85                          |
| Capac. Invest. (A-(B+C))    | 6.403,32                | 12,81                          |



#### **4. CONCLUSÕES**

a) O presente trabalho serviu para mostrar uma nova perspectiva para o mercado da região de Paranapanema e do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo, trazendo mais uma opção para os produtores que podem diversificar seu produto oferecendo mais opções ao comércio regional.

b) Com a utilização e o aprimoramento das técnicas de cultura de tecidos vegetais, torna-se possível produzir mudas em alta escala e com grande qualidade fitossanitária, uma vez que o grande problema da bananicultura é obtenção de mudas sadias.

c) O cv. 'Maçã' foi o mais suscetível ao Mal-do-Panamá e por esta razão há necessidade de produção de mudas sadias, sendo a cultura de tecidos vegetais uma técnica crescente que fornece ao bananicultor material de altíssima qualidade fitossanitária e de grande qualidade fisiológica, possibilitando alta produtividade.

d) O presente trabalho mostra que através da micropropagação, as mudas obtidas de bananeiras possuem melhor qualidade fitossanitária quando comparadas com aquelas obtidas por métodos convencionais em campo,

possibilitando ao produtor melhor qualidade de plantio e obtenção de frutos e conseqüentemente maior lucratividade.

e) A bananeira cv. 'Maçã' apresentou boa aclimação na região de Paranapanema, no Estado de São Paulo, podendo ser uma alternativa a mais de negócios para os agricultores locais. Porém o fruto produzido neste local possui pigmentação mais "pálida" pela exigência de mais calor, sendo portanto o Pontal do Paranapanema o local ideal para sua produção, possibilitando uma atividade familiar nas áreas de assentamento, evitando o êxodo rural, e contribuindo com a oferta de alimentos no local.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. J. **Planejamento, implantação e manutenção de um plantio comercial de banana**. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMPF, 1997. 36p. Apostila do 3 Curso Intensivo Nacional de Fruticultura, Cruz das Almas, BA, 1997.

ANGARITA, A.; PEREA, M. Micropropagación de plátanos y bananos. In: ROCA, W. M.; MROGINSKI, L. A. ed. **Cultivo de tejidos en la agricultura; fundamentos y aplicaciones**. Cali, Colômbia: CIAT, 1991. P.495-512.

BANERJEE, N.; DE LANGHE, E. A tissue culture technique for rapid clonal propagation and storage under minimal growth conditions of *Musa* (Banana and Plantains), **Plant Cell Reports**, v. 4, p. 351-354, 1985.

BHAGWAT, B. e DUNCAN, E. J. Mutation breeding of banana cv. Highgate (*Musa* spp., AAA Group) for tolerance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* using chemical mutagens. **Scientia Horticulturae**, v. 73, p. 11-22, 1998.

BLAKESLEY, D. Uptake and metabolism of 6-benzyladenine in shoot cultures of *Musa* and *Rhododendron*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.25, p. 69-74, 1991.

CALDAS, L. S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, M. E. Meios nutritivos. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e**

**transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI, CNPH, 1998. p. 87-132.

CHAMPION, J. El plátano. Barcelona: Blume, 1975. p.11-41.

CRONAUER, S. S.; KRIKORIAN, A. D. Multiplication of *Musa* from excised stem tips. **Annals of Botany**, v. 53, n.3, p. 321-328, 1984.

CORDEIRO, Z. J. M; SOARES FILHO, W. dos S. **Propagação da bananeira por fracionamento do rizoma**. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMF, 1997. 2p.

DEBIASE, C.; ZAFFARI, G. R.; SALERMO, A. R.; GUERRA, M. P. Correlação entre a capacidade proliferativa *in vitro* e a dominância apical *in vivo* da bananeira cvs. Grande Naine e Nanicao. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 24, n.3, 2002.

DORE SWAMY, R.; SRINIVASA RAO, N. K.; CHACKO, E. K. Tissue culture propagation of banana. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.28, 247-252, 1982/83.

DUNCAN, R. R. Tissue culture-induced variation and crop improvement. **Advances in Agronomy**, v. 58, p. 201-240, 1997.

FNP Consultoria e Comércio. **Agriannual 2004: anuário de Agricultura Brasileira**. São Paulo, 2004, p.166.

FANCELLI, M. Pragas. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-CNPMF, 1997. p.409-451.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.  
**FAO Bulletin of Statistics**, Rome: FAO, 2005, p.132: banana

GODINHO, F. P.; SILVA, C. R. R.; PASQUAL, M.; MARCIANI-BENDEZU, J.  
Comparação entre concentração de 6-benzilaminopurina na produção de mudas de bananeira (*Musa spp.*), pelo método de propagação rápida *in vivo*.  
**Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 3, p. 173-177, 1991.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI, CNPH, 1998. 183-260.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A C.; CALDAS, L. S.; **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI, CNPH, 1990. p.99-169/

GRUPTA, P. K. Eradication of mosaic disease and rapid clonal multiplication of bananas and plantains through meristem tip culture. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.6, p.33-39, 1986.

HWANG, S. C.; CHEN, C. L.; LIN, J. C.; LIN, H. L. Cultivation of banana using plantlets from meristem culture. *HortScience*, Alexandria, v.19, n.2, p.231-233, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Censo Agropecuário, IBGE - Produção Agrícola Municipal: banana, 2005.

ISRAELI, Y; REUVENI, O.; LAHAV, E. Qualitative aspects of somaclonal variations in banana propagated by *in vitro* techniques. **Scientia Horticulturae**, v. 48, p. 17-88, 1991.

KARP, A. Origins, causes and uses of variation in plant tissue cultures. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, p. 139-151, 1994.

KIMATI, H.; GALLI, F. Doenças da bananeira *Musa* spp. In: **Manual de Fitopatologia**; doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980, v. 2, p. 87-101.

KNUDSON, L. Nonsymbiotic germination of orchid seeds. **Botanical Gazette**, v. 73, p. 1-25, 1922.

KOZAI, T.; KUBOTA, C.; BYOUNG, R. J. Environmental control for the large-scale production of plants through *in vitro* techniques. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v. 51, p. 49-56, 1997.

KRIKORIAN, A. D.; BERQUAM, D. L. Plant cell and tissue culture: the role of Haberlandt. **Botanical Review**, v. 35, p. 59-88, 1969.

KRIKORIAN, A. D. *In vitro* culture of bananas and plaintains: backgroud, update and for information. **Tropical Agriculture**, v. 66, p. 194-200, 1989.

LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P.; PASQUAL, M. Efeito do tamanho do explante no desenvolvimento *in vitro* da bananeira (*Musa acuminata* Colla) cultivares 'Prata'e 'Nanicão'. **Ciência e Prática**, v.12, n. 2, p. 207-211, 1988.

LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P.; PASQUAL, M. Propagação *in vitro* da bananeira 'Prata' através da cultura de tecidos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 25, n. 11, p.1613-1617, 1990.

LEONEL, S.; GOMES, E. M.; PEDROSO, C. J. Desempenho agrônômico de bananeiras micropropagadas em Botucatu – SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, 2004.

MEDINA, J. C. Cultura In: MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; DE MARTIN, Z. J.; TRAVAGLINI, D. A.; OKADA, M.; QUAST, D. G.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V. A.; PICUDO NETO, L. C.; ALMEIDA, L. A. A. S. B.; ERNESTO, O. V. **Banana**, cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas, ITAL, 1985. Cap. 1, p. 1-132.

MILLER, C. O.; SKOOG, F.; OKAMURA, F. S.; VON SALTZA, M. H.; STRONG, F. M. Isolation, structure and synthesis of kinetin: a substance promoting cell division. **Journal American Chemical Society**, v. 78, p. 1375-1380, 1956.

MOREIRA, R. S. **Banana**: teoria e prática de cultivo. Campinas, Fundação Cargil, 1987. 335p.

MOREIRA, R. S. **Banana**: teoria e prática de cultivo. 2. Ed. São Paulo: Fundação Cargil, 1999. (CD-ROOM).

MOREL, G. Producing virus-free cymbidiums. **American Orchid Society Bulletin**, v. 29, p. 495-497, 1960.

MURASHIGE, T. e SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, p.473-497, 1962.

NAVARRO, C.; TEISSON, C.; COTE, F.; GANRY J. Effects of light intensity and CO<sub>2</sub> concentration on growth of banana plants (*Musa* AAA, cultivar 'Petite Naine') *in vitro* and subsequent growth following acclimatization. **Scientia Horticulturae**, v. 60, p. 41-54, 1994.

OLIVEIRA, R. P. **Infra estrutura e custos de um laboratório de produção de mudas de bananeira**. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMPF, 1998. 17p.

OLIVEIRA, R. P.; SILVA, S. O. Avaliação da micropropagação comercial em bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 415-420, 1997.

PIERIK, R. L. M. Esterilizacion Del material vegetal. In: Cultivo *in vitro* de las plantas superiores. Madrid: Mundi-Prensa, 1990, 326p.

REDENBAUGH, K. Legal and public aspects of biotechnology. **Acta Horticulturae**, v. 447, p. 627-636, 1997.

RÊGO, G. M. Micropropagação de plantas através da cultura de tecidos. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMP, 1984. 17p. Apostila do 2. Curso Intensivo Nacional de Fruticultura.

RODRIGUES, P. H. V. Efeito do número de subcultivos, na ocorrência de variação somaclonal em mudas de bananeira micropropagadas, das cultivares Nanicão e Grande Naine. Piracicaba, 1996, 104p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

SANADA, M. Micropropagation of semitropical crops and its application to cultivation in Okinawa. In: THIQYNH, N.; UYEN, N. V. **Adapted propagation techniques for commercial crops of the tropics**. Stockolm, 1993. p. 101-105.

SANDOVAL, J. A.; MULLER, L. Influencia del tamaño de explante em la propagación *in vitro* de cuatro cultivares de *Musa*. In: REUNIÓN DE LA ACORBAT, 7., 1987, Turrialba, Costa Rica. Memórias...Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1987. P.87-97.

SANDOVAL, J. A.; BRENES, G.; PÉREZ SÁNCHEZ, L. Micropropagación de plátano y banano (*Musa* AAB, AAA) em el CATIE. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1991. 24p.



SCARPARE FILHO, J. A.; MINAMI, K.; KLUGE, R. A.; TESSARIOLI NETO, J. Estudo do primeiro ciclo produtivo da bananeira 'Nanicão' (*Musa spp.*) desenvolvida a partir de diferentes tipos de muda. **Scientia Agrícola**, v. 55, n. 1, 1998.

SENDIN, A. P. P. M. **Micropropagação de bananeira dos cultivares Maçã e Grande Naine visando produção de mudas de baixo custo**. Piracicaba, 2001. 72p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SILVA, S. de O.; ALVES, E. J. Melhoramento genético e novas cultivares de bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 91-96, 1998.

SILVA, S. de O.; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-SPI, 1997, p. 85-106.

SILVA, S. de O.; MATOS, A. P.; ALVES, E. J. Melhoramento genético da bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 693-703, 1998.

SILVA, S. de O.; FLORES, J. C. de O.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p.87-97, 2002.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1971. 530p.

SINGH, V. R.; GANGWAR, B. M.; SINGH, G.; RAM, M. Growth and maturity studies on banana. *Indian Journal of Horticulture*, v.33, p.19-25, 1985.

SOTO BALESTERO, M. Posición taxonômica, clasificación y mejoramiento genético de los clones Del banano. In: SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: cultivo y comercialización**. Costa Rica, Litografía e Imprenta Lil, 1992. 649p.

SOUZA, F. V. D. **Multiplicação *in vitro* da bananeira triplóide (AAA) 'Caipira' e instabilidade mitótica das plantas produzidas**. Cruz das Almas: 1994 , 73p. Tese (Mestrado) – UFBA.

SOUZA, A. S.; DANTAS, J. L. L.; SOUZA, F. V. D.; CORDEIRO, Z. J. M.; SILVA NETO, S. P. Propagação. In ALVES, E. J. **A cultura de banana: aspectos técnicos socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: EMBRAPA SPI; Cruz das Almas: EMBRAPA, CNPMF, 1997. p. 151-195.

SOUZA JÚNIOR, M. T.; CALBO, M. E. R. Avaliação da propagação *in vitro* das bananeiras 'Maçã' e 'Nanicão'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., Campinas. 1987. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. v. 1, p. 135-139.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S; FERREIRA, A. T. Retrospectiva da cultura de tecidos de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI, CNPH, 1998. p. 11-20.

UTINO, S.; CARNEIRO, I. F.; CHAVES, L. J. Crescimento e oxidação de explantes de bananeira-Prata (*MusaAAB*) *in vitro*. I concentrações de sais de ferro, cobre e zinco. **Revista Brasileira de fruticultura**. Vol. 23, n.2, 2001.

VAN LAREBEKE, N.; ENGLER, G.; HOLSTERS, M.; VAN DEN ELSACKER, S.; ZAENEN, I; SCHILPEROORT, R. A.; SCHELL, J. Large plasmid in *Agrobacterium tumefaciens* essential for crown gall-inducing ability. **Nature**, v. 252, p. 169-170, 1974.

VUYLSTEKE, D.; ORTIZ, R.; FERRIS, S. B.; CROUCH, J. H. Plantain improvement. Phenotypic variation among *in vitro* propagated plantain (*Musa* spp. cultivar 'AAB'). **Plant Breeding Review**, v. 1, p. 267-320, 1997.

WONG, W. C. *In vitro* propagation of banana (*Musa* spp): initiation, proliferation and development of shoot-tip cultures on defined media. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 6, p.159-166, 1986.

ZAFFARI, G. R. SOLIMAN FILHO, L. F.; TUKUR, H. Efeito do tamanho do explante e da quebra da dominância apical sobre a brotação das gemas laterais na produção de mudas de bananeira *in vitro*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.17, n.1, p.37-42, 1995.

## **CAPÍTULO II**

# **INFLUÊNCIA DE TELAS DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL NA ACLIMATAÇÃO DE *Musa acuminata* CV. ‘GRANDE NAINE’ (AAA) PROVENIENTES DE CULTIVO *IN VITRO***

### **RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo o estudo da influência do sombreamento artificial na aclimação de mudas de *Musa acuminata* cv. “Grande Naine” propagadas *in vitro*. Para testar a eficiência na aclimação das mudas provenientes de cultura de tecidos vegetais, três tipos de sombreamento foram utilizados: T1 - Tela ChromatiNet Difusora; T2 - Tela Polysombra Preta e T3 - Tela Aluminet® (Polysack Indústrias Ltda.) sendo que todas elas permitem uma transmissão de radiação solar de aproximadamente 50% de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) sem alteração da qualidade da luz. O experimento ainda teve o tratamento T4 - Sem Tela. O trabalho foi constituído por 288 mudas avaliadas num total de 1.152 mudas. Foram

realizadas avaliações da altura das plântulas; incremento de massa de matéria fresca (MMF) e seca (MMS); teor de clorofila foliar e área foliar (AF). As mudas aclimatadas sob Tela Difusora, Aluminet<sup>®</sup> e Preta apresentaram resultados semelhantes na altura. Maiores níveis em MMF foram obtidos no tratamento com Tela Difusora e na MMS foram obtidos sob Tela Difusora e Tela Aluminet<sup>®</sup>. Níveis maiores de clorofila *b*, clorofila *a* e clorofila *tot* foram também observados sob Tela Difusora e Aluminet<sup>®</sup>. Os maiores valores de AF foram obtidos sob Tela Difusora. Conclui-se, que a tela preta que é a mais utilizada, pode ser substituída com sucesso pela tela Difusora e Aluminet<sup>®</sup>.

**Palavras-chave:** espectro; luz; micropropagação; *Musa*; sombreamento; telas

## **INFLUENCE OF ARTIFICIAL SHADING IN THE ACCLIMATIZATION OF *Musa acuminata* CV. 'GRAND NAINE ' (AAA) FROM TISSUE CULTURE**

### **ABSTRACT**

The aim of the present work was the study of the influence of solar radiation on the acclimatization of banana plants (*Musa acuminata* cv. "Grand Naine") propagated *in vitro*. To test the efficiency in the acclimatization and growth of the plants derived from the culture of plant tissue, three types of shading with nets were used: T1 - ChromatiNet - Diffusive Net; T2 - Polysombra - Black Net and T3 – Aluminet<sup>®</sup> (Aluminum Net), considering that all of them allow the transmission of 50% of solar radiation without changes in light quality. The experiment also included T4 – No net. The experiment was constituted of 288 plant/treatment totalizing 1.152 plants. The evaluations done concerned plant height, increase of green and dry mass weight, total chlorophyll and leaf area. This study brings information about the physiological changes that occur on the acclimatized plants under different kinds of nets, offering more options to the greenhousers and companies that work in the area of micro propagation. So

we conclude that the Black net, which is the mostly used, can be successfully replaced for Diffusive Net and Aluminet®.

**Key words:** light; micro propagation; *Musa*; nets; shading; spectrum

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas necessitam de luz, não apenas para processos relacionados à fotossíntese, mas também para seu crescimento (BUISSON e LEE, 1993; TAIZ e ZEIGER, 2004). Segundo estes autores, o fator mais importante do meio ambiente para as plantas superiores é a luz, influenciando drasticamente seu desenvolvimento.

Após a transferência das mudas da fase *in vitro* para a fase *ex vitro*, se faz necessário protegê-las contra a incidência direta de luz, com o objetivo de evitar a desidratação excessiva (GOMIDE, 1980). Algumas malhas ou telas de sombreamento permitem a penetração de luz fazendo com que ocorram certas respostas fisiológicas nas plantas por diferenças na difusão, reflexão ou transmissão de luz através delas, originando um determinado micro-clima (DECOTEAU et al., 1989; OREN-SHAMIR et al., 2001).

ISRAELI et al. (1995) mostrou o efeito de três níveis de sombreamento na morfologia, crescimento e produtividade de *Musa acuminata* cv. 'Grande Naine' durante o primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo em Jordan Valley em Israel, tendo como resultados significativos a diminuição da altura, a circunferência do pseudocaule, e a área foliar com o sombreamento. O



conteúdo de clorofila foliar aumentou enquanto a área foliar foi reduzida quando a radiação solar foi reduzida para 30% da quantidade total de luz incidente. MURRAY (1961) estudou o crescimento de bananeiras sobre diferentes níveis de sombreamento, mas segundo suas observações não houveram diferenças estatisticamente significativas em seus resultados.

Segundo TEITEL e SEGAL (1995) a radiação solar sob tela aluminizada é menor quando comparada sob tela preta. SHAHAK et. al. (2004) trabalharam com diferentes tipos de telas e obtiveram resultados significativos na qualidade dos frutos em macieira e pessegueiro.

OREN-SHAMIR et. al. (2001) trabalhando com *Pittosporum variegatum* sob telas cinza, preta, aluminet<sup>®</sup>, vermelha, azul e verde obtiveram resultados significativos, sendo que sob tela vermelha houve um aumento no tamanho dos ramos e sob tela azul um encurtamento neles. Sob tela cinza houve um aumento no número de ramos/planta, permanecendo compactos com pequenas folhas. O comprimento dos ramos sob tela Aluminet<sup>®</sup> foi apenas menor que sob tela vermelha.

HASEGAWA et al. (1973), utilizaram tela que permite 80% de sombreamento na aclimação de *Asparagus officinalis* e obtiveram melhores resultados com relação ao índice de sobrevivência das mudas em adaptação, quando comparadas com mudas expostas ao sol direto.

Segundo TAKANE (1997), mudas de *Gypsophila paniculata* provenientes de cultura de tecidos vegetais aclimatadas sob tela preta 50% e 80% se desenvolveram com melhor eficiência quando comparadas com mudas

aclimatadas sob tela branca, tela verde e tela preta 18%. Segundo o autor as mudas rustificadas sob Tela 80% apresentaram sintomas de estiolamento.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo o estudo de três telas de sombreamento e a avaliação da sua influência na aclimação de mudas de *Musa acuminata* cv. 'Grande Naine'.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal - SP (CREUPI), entre os meses de março e maio de 2004, no Viveiro de Aclimação de Mudas da Fisiologia Vegetal (Figura 11). As dimensões do viveiro coberto com as malhas foram 6,5 x 21,0 x 3,0 m (altura), divididas em três seções cobertas cada qual com uma tela. A densidade das malhas permitiu uma transposição de radiação solar de aproximadamente 50% na região de radiação fotossinteticamente ativa (PAR). O viveiro foi construído na orientação norte-sul e as telas colocadas transversalmente na posição leste-oeste, cobrindo as laterais e a parte superior do viveiro. As três partes do viveiro foram separadas com filme plástico leitoso de 150 micras. As mudas pertencentes ao tratamento Sem Tela (T-4) foram colocadas ao lado do viveiro, sem a interferência do sombreamento das malhas. 1.152 mudas de bananeiras cv. 'Grande Naine' propagadas *in vitro* pela Multiplanta Tecnologia Vegetal Ltda. em Andradas-MG foram avaliadas por um período de 60 dias até a fase de rustificação. As mudas foram colocadas em substrato comercial PlantMax e foram distribuídas nos quatro tratamentos, sob as malhas: T1- Tela Difusora; T2- Tela Aluminet<sup>®</sup>; T3- Tela Preta; T4- Sem Tela.

Os espectros de transmissão da luz pelos diferentes filtros foram obtidos com o uso de um espectroradiômetro modelo LI-1800 (LI-Cor Instruments, Lincoln, NE - EUA). Foram instalados 4 termômetros de máxima e mínima para medição da temperatura sob as telas colocados nas bancas no mesmo nível das mudas a 80 cm do solo. Os termômetros ficaram dentro de uma caixa de madeira com dimensões de 30x30x30 cm com orifícios para entrada de ar.



**Figura 11.** Viveiro de Mudas da Fisiologia Vegetal (CREUPI - Campus I) com os tratamentos Tela Difusora; Tela Preta; Tela Aluminet<sup>®</sup> e Sem Tela

A altura, massa de matéria fresca (MMF), massa de matéria seca (MMS), o teor de clorofila e a área foliar (AF), foram avaliados em intervalos de 20 dias por um período de 60 dias. Para as avaliações foram retiradas ao acaso 18 plantas de cada tratamento para cada data de avaliação. No Laboratório de Biotecnologia Vegetal do CREUPI foram medidas suas alturas para obtenção de uma média. Com auxílio de uma balança eletrônica foi em seguida mensurada a MMF. Após a pesagem, as plântulas foram levadas para uma estufa de secagem onde permaneceram por um período de 4 dias sob

temperatura de 60°C. Após este período, foi feita a pesagem para determinação da MMS.

A área foliar foi medida colocando-se as folhas numa superfície plana preenchendo todos os espaços e com auxílio de uma régua foi feita a medição em cm<sup>2</sup>.

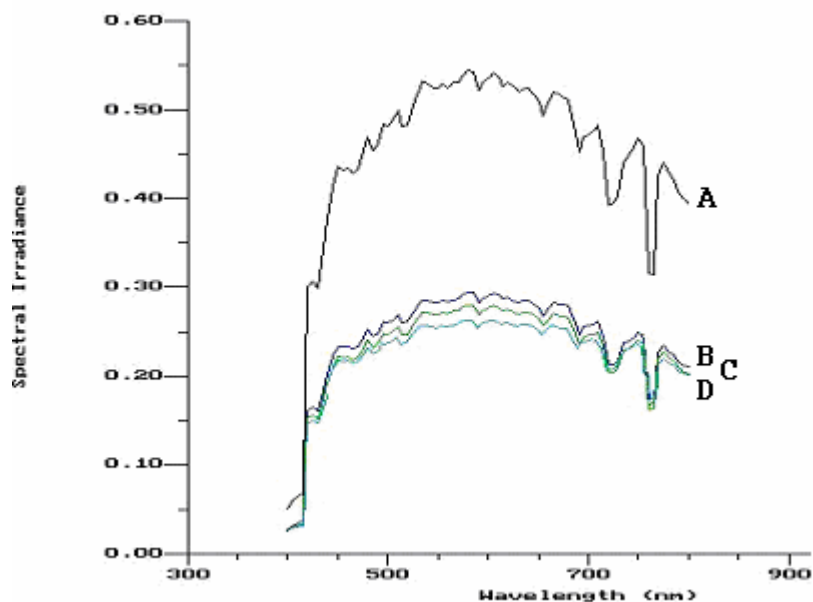
Para extração e determinação do teor de clorofila foliar foi utilizado o método segundo ARNON (1949). Foram cortados 10 g do limbo foliar em pequenos fragmentos e homogeneizados em liquidificador (copo de 250 ml), por cerca de 2 min, em 100 ml de acetona 80% (v/v) com cerca de 0,5 g de CaCO<sub>3</sub>. O homogeneizado foi filtrado imediatamente, com papel-filtro tipo Whatman N<sup>o</sup>A, em funil de *Buchmer*. O copo do liquidificador foi lavado com adicionais 50 ml de acetona 80% (v/v) e filtrado. O volume foi completado para 150 ml, com acetona 80% (v/v). A absorvância foi mensurada nos comprimentos de onda 645 e 663 nm.

Os dados obtidos foram analisados pelo programa STATGRAPHICS Plus. As médias foram comparadas entre si pela análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostraram um grande potencial para a utilização de tela alternativa à preta comumente usada por maior parte dos produtores rurais, apresentando dados referentes à qualidade das mudas desenvolvidas sob ela.

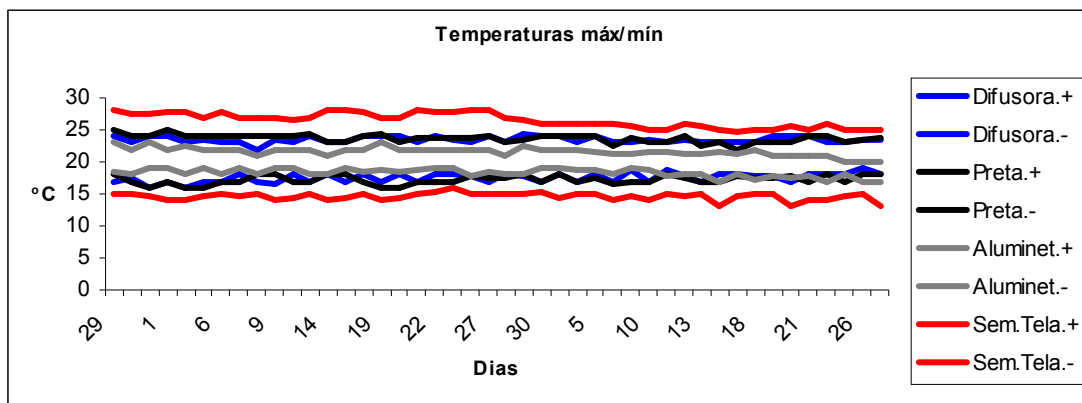
Foram realizadas medições do espectro da radiação solar entre os comprimentos de onda 400 e 800 nm sob as telas em dia claro sem nuvens. Na figura 12, estão representados os espectros da radiação solar sob Tela Difusora (VA1: 54% da radiação solar); Tela Preta (VA2: 51,6% da radiação solar); Tela Aluminet<sup>®</sup> (VA4: 49,5% da radiação solar) e Sem Tela (VA5: 100% da radiação solar), com as respectivas intensidades luminosas. Podemos verificar que as diferentes telas não alteraram a qualidade da luz, mas somente a radiação.



**Figura 12.** Medição com espectrorradiômetro (LI-COR 1800 Lincoln, NE – EUA) da radiação solar: A-Sem Tela (sol direto); B-Tela Difusora; C-Tela Preta; D-Tela Aluminet®. (unidade da radiação: mmol.nm<sup>-1</sup>.seg<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>).

As médias das temperaturas neste período foi semelhante para todos os tratamentos, ocorrendo variações nas máximas e mínimas entre eles. Observa-se que a menor amplitude entre as máximas e mínimas ocorreu no tratamento sob Tela Aluminet®, pois ela reflete parte da radiação solar, fazendo com que nas horas mais quentes do dia a temperatura permaneça menor quando comparada com as outras telas e sob radiação total (tratamento Sem tela). Esta menor amplitude de variação nas temperaturas se deve ao fato que no período mais frio do dia, parte da radiação solar dentro do viveiro sob a tela aluminizada fica retida naquele espaço mantendo a temperatura mais alta por um maior tempo. As temperaturas sob as telas Difusora e Preta apresentaram

semelhantes variações e em pleno sol (tratamento Sem Tela), as diferenças entre máximas e mínimas foram as maiores (Figura 13).



**Figura 13.** Variação da temperatura no período de avaliação sob as telas e em pleno sol.

As mudas que permaneceram sob Tela Difusora apresentaram diferenças estatisticamente significativas com maiores tamanhos no final da aclimação comparadas com as mudas sob Tela Preta e no tratamento Sem Tela. As mudas que permaneceram sem a proteção de telas (tratamento T4), apresentaram tamanho bem mais reduzido, com relação aos demais tratamentos (Tabela 4), como obtido por RYLSKI e SPIGELMAN (1986), com aumento do tamanho de plantas de pimentão com a diminuição da radiação solar. Durante a aclimação das mudas se faz necessário a utilização de sombreamento parcial, pois é um período de adaptação às novas condições ambientais até sua rustificação quando necessitam de luz para seu desenvolvimento de acordo com MURRAY (1961). OREN-SHAMIR et al. (2001) obtiveram em *Pittosporum variegatum* aumento na ramificação das plantas sob tela cinza e um aumento no comprimento dos ramos sob tela Aluminet®.



**Tabela 4.** Médias da altura das plântulas durante o período de observação para os quatro tratamentos.

|              | Altura         |                |                |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
|              | (cm)           | (cm)           | (cm)           |
| <b>Telas</b> | <b>20 dias</b> | <b>40 dias</b> | <b>60 dias</b> |
| Difusora     | 7,33 a         | 9,10 a         | 11,32 a        |
| Preta        | 6,97 ab        | 8,45 a         | 10,54 b        |
| Aluminet®    | 6,64 b         | 8,97 a         | 10,87 ab       |
| Sem tela     | 4,87 c         | 6,42 b         | 6,75 c         |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Aos 40 dias do período de aclimação os tratamentos sob Tela Difusora e Aluminet® apresentaram maior MMF seguido dos tratamentos sob Tela Preta e Sem Tela. Aos 60 dias, houve diferenças estatisticamente significativas entre todos os tratamentos apresentando os maiores resultados sob Tela Difusora seguida da Tela Aluminet®, Preta e Sem Tela. O tratamento Sem Tela revelou menor incremento de MMF mostrando diferença estatisticamente significativa por todo o período de aclimação (Tabela 5).

O incremento em MMS apresentou diferenças estatisticamente significativas aos 20 e aos 40 dias entre a Tela Difusora e as demais. Aos 60 dias de aclimação os resultados mostraram incremento superior sob as Telas Difusora e Aluminet® com diferenças estatisticamente significativas com relação ao tratamento sob Tela Preta e Sem Tela. Presume-se que houve maior difusão de luz na Tela Difusora e na Tela Aluminet® propiciando maior taxa fotossintética, quando comparado com o tratamento Sem Tela e Tela Preta. A Tela Aluminet® provavelmente refletiu parte da radiação, o que nas horas mais quentes proporciona melhores condições para abertura estomática,

e nas horas mais frias conserva calor dentro do viveiro aumentando a atividade metabólica (Figura 13). O presente trabalho mostra resultados diferentes quando comparado com o experimento realizado por BUISSON e LEE (1993) cultivando *Papaya* em ambiente com radiação alta e em sombreamento, obtendo níveis de MMS maiores em condição de alta radiação, mas provavelmente por consequência das culturas serem diferentes e também da bananeira ser proveniente de cultivo *in vitro* se adaptando às condições novas de radiação (Tabela 5).

**Tabela 5.** Médias da massa de matéria fresca (MMF) e seca (MMS) das plântulas durante o período de observação para os quatro tratamentos.

| <b>MMF</b>   |                |                |                |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
|              | <b>(g)</b>     | <b>(g)</b>     | <b>(g)</b>     |
| <b>Telas</b> | <b>20 dias</b> | <b>40 dias</b> | <b>60 dias</b> |
| Difusora     | 9,83 a         | 18,73 a        | 26,35 a        |
| Preta        | 8,40 b         | 16,93 b        | 22,83 c        |
| Aluminet®    | 8,87 ab        | 19,42 a        | 24,53 b        |
| Sem Tela     | 5,50 c         | 12,15 c        | 17,35 d        |
| <b>MMS</b>   |                |                |                |
| Difusora     | 0,74 a         | 1,80 a         | 3,17 a         |
| Preta        | 0,51 b         | 1,44 b         | 2,24 b         |
| Aluminet®    | 0,61 b         | 1,61 b         | 2,89 a         |
| Sem Tela     | 0,36 c         | 1,15 c         | 1,55 c         |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na grande maioria dos sistemas de aclimação em programas de propagação *in vitro* de plantas, são utilizadas telas pretas para proteger as mudas clonadas da radiação solar direta, objetivando a diminuição da taxa de evapotranspiração das plantas, conseqüentemente diminuindo seu estresse hídrico. Os resultados mostraram que a Tela Difusora foi superior à Tela Preta

em todos os parâmetros avaliados com exceção à relação entre clorofila *a:b* não apresentando diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos no final da aclimação. As mudas aclimatadas sob Tela Aluminet<sup>®</sup> mostraram também um grande potencial de utilização na agricultura, proporcionando alguns resultados superiores sobre a Tela Preta, revelando um maior leque de opções ao produtor, com possibilidade de se obter maiores produções, pois estes parâmetros são utilizados para evidenciar mudas com maior vigor fisiológico e conseqüentemente maiores chances das plantas se desenvolverem apresentando características agronômicas superiores, obtendo assim maior valor na sua comercialização.

MEDINA et al. (2002) em *Citrus* que mostraram a superioridade no incremento de massa de matéria seca sob tela aluminizada. Segundo os autores a tela aluminizada proporciona menor radiação nas horas mais quentes, favorecendo a atividade fotossintética em *Citrus*. O presente trabalho também está em consonância com o experimento de TEITEL et. al. (1995) comparando as telas aluminizada e preta.

O aumento no nível de clor *b* ocorre com o sombreamento das plantas que aparentemente utiliza comprimentos de ondas longos (SCALON et al., 2003).

Houve diferenças estatisticamente significativas nos níveis de clor *b* entre todos os tratamentos (20 dias) sendo que os maiores níveis apresentados foram obtidos nas mudas aclimatadas sob Tela Difusora seguido dos tratamentos sob Tela Aluminet<sup>®</sup>, Preta e Sem Tela. As mudas desenvolvidas nos tratamentos sob Tela Difusora e Tela Aluminet<sup>®</sup> apresentaram diferenças

estatisticamente significativas aos 40 dias até o período final da aclimação. No tratamento sob Tela Preta, os níveis permaneceram intermediários até a rustificação das mudas e as mudas aclimatadas no tratamento Sem Tela apresentaram os menores níveis deste pigmento por todo o período de avaliação do trabalho (Tabela 6).

**Tabela 6.** Médias de clorofila b, clorofila a, Clorofila total e relação entre clorofila a:b nas folhas durante o período de observação nos quatro tratamentos.

| <b>Telas</b>         | <b>20 dias</b> | <b>40 dias</b> | <b>60 dias</b> |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Clorofila b</b>   |                |                |                |
| Difusora             | 31,48 a        | 30,20 a        | 35,30 a        |
| Preta                | 25,04 c        | 25,80 b        | 30,55 b        |
| Aluminet®            | 26,97 b        | 29,59 a        | 34,54 a        |
| Sem Tela             | 23,43 d        | 23,31 c        | 23,84 c        |
| <b>Clorofila a</b>   |                |                |                |
| Difusora             | 15,22 a        | 17,09 b        | 18,31 a        |
| Preta                | 11,73 c        | 14,12 c        | 16,93 b        |
| Aluminet®            | 13,37 b        | 19,35 a        | 19,84 a        |
| Sem Tela             | 11,82 c        | 12,32 d        | 12,99 c        |
| <b>Clorofila tot</b> |                |                |                |
| Difusora             | 46,70 a        | 47,29 a        | 53,61 a        |
| Preta                | 36,77 c        | 39,92 b        | 47,48 b        |
| Aluminet®            | 40,34 b        | 48,94 a        | 54,38 a        |
| Sem tela             | 35,25 c        | 35,63 c        | 36,83 c        |
| <b>Clorofila a:b</b> |                |                |                |
| Difusora             | 0,48 a         | 0,56 ab        | 0,52 a         |
| Preta                | 0,47 a         | 0,54 b         | 0,55 a         |
| Aluminet®            | 0,49 a         | 0,65 a         | 0,57 a         |
| Sem Tela             | 0,50 a         | 0,53 b         | 0,54 a         |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

De forma semelhante, as mudas aclimatadas nos tratamentos sob Tela Difusora e Aluminet® apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos níveis de clorofila a por todo o período de avaliação do trabalho e o

tratamento sob Tela Preta apresentou níveis intermediários. As mudas aclimatadas no tratamento Sem Tela, apresentaram níveis baixos deste pigmento (Tabela 6).

Da mesma forma, os níveis de clorofila *tot* apresentaram diferenças estatisticamente significativas para as mudas aclimatadas sob Tela Difusora e Aluminet<sup>®</sup> com maiores níveis durante o período de aclimação. O tratamento Sem Tela revelou os menores índices aos 40 e 60 dias de avaliação e as mudas no tratamento sob Tela Preta apresentaram níveis intermediários (Tabela 6) com resultados semelhantes com *Papaya* onde BUISSON e LEE (1993), quando em condição de sombreamento obtiveram maiores níveis de clorofila *tot*. Em *Pittosporum variegatum* OREN-SHAMIR et. al. (2001) não obtiveram diferença estatística no conteúdo de clorofila em plantas mantidas sob diferentes telas (cinza, preta, Aluminet<sup>®</sup>, vermelha, verde e azul). A relação *clor a:b* se manteve em níveis uniformes por quase todo o período da aclimação entre os tratamentos, mostrando resultado semelhante ao trabalho realizado por BUISSON e LEE (1993) que mostrou não haver diferença estatisticamente significativa em condição de alta radiação e de sombreamento com *Papaya*.

Com relação à área foliar (AF), as mudas sob Tela Difusora apresentaram diferenças estatisticamente significativas por todo o período de aclimação, mantendo maiores valores. Os tratamentos sob Tela Preta e Aluminet<sup>®</sup> revelaram números intermediários e os menores níveis foram os obtidos das mudas aclimatadas no tratamento Sem Tela (Tabela 7).

**Tabela 7.** Médias do área foliar (AF) durante o período de observação nos quatro tratamentos.

| Telas     | AF                         |                            |                            |
|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|           | 20 dias<br>cm <sup>2</sup> | 40 dias<br>cm <sup>2</sup> | 60 dias<br>cm <sup>2</sup> |
| Difusora  | 97,50 a                    | 164,75 a                   | 199,50 a                   |
| Preta     | 89,25 b                    | 120,25 c                   | 158,00 b                   |
| Aluminet® | 90,00 b                    | 125,75 b                   | 189,25 b                   |
| Sem tela  | 55,00 c                    | 71,75 d                    | 89,00 c                    |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O tratamento Sem Tela mostrou pequena taxa de crescimento de área foliar no decorrer do processo de rustificação. RYLSKI e SPIGELMAN (1986), mostraram em trabalho realizado com pimentões, resultados semelhantes com relação à área foliar das plantas desenvolvidas com sombreamento. OREN-SHAMIR et. al. (2001), mostraram que as plantas que se desenvolveram sob as telas verde e vermelha foram significativamente maiores do que as plantas sob as telas cinza e preta. Por outro lado os autores relatam que sob tela Aluminet® e Difusora ocorre maior refletividade da luz e isto acarretaria um aumento na velocidade de reações bioquímicas básicas proporcionando um metabolismo adequado ao desenvolvimento das plantas.

A propriedade que algumas telas para sombreamento possuem de refletir, transmitir e absorver parte da radiação solar acaba alterando de alguma forma o micro-clima no local e conseqüentemente o metabolismo das plantas que estão sob a sua influência. No presente trabalho, observou-se que as diferentes telas induziram determinados efeitos fisiológicos e bioquímicos,

alterando o tamanho, peso, teor de clorofila e área foliar nas mudas durante o processo de aclimação.

O trabalho mostrou que houve melhoria na qualidade da muda aclimatada sob a Tela Difusora, seguida da Tela Aluminet<sup>®</sup> e da Tela Preta. As diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas nas telas Difusora e Preta são semelhantes, porém os resultados na qualidade das mudas aclimatadas mostraram superioridade para o tratamento sob Tela Difusora, revelando não ser este o fator ambiental envolvido nas alterações biológicas. Já o tratamento sob Tela Aluminet<sup>®</sup> apresentou diferenças entre as máximas e mínimas, proporcionando um micro-clima com variação menor de temperatura no decorrer do dia (Figura 13). As mudas aclimatadas sob Tela Difusora e Aluminet<sup>®</sup> apresentaram resultados próximos com pequena vantagem para o tratamento sob Tela Difusora com amplitudes térmicas diferentes. Por outro lado, as mudas aclimatadas sob Tela Difusora e Preta apresentaram diferenças estatisticamente significativas no que se refere às características agrônômicas desejáveis (altura, MMF, MMS e conteúdo de clorofila), com amplitudes térmicas semelhantes, evidenciando a não participação efetiva deste fator ambiental neste processo.

Bioquimicamente, as mudas aclimatadas sob as telas, Difusora e Aluminet<sup>®</sup> sintetizaram maiores níveis de clorofilas (*a* e *b*) o que provavelmente foram as responsáveis pelo incremento na MMS, através de uma atividade fotossintética mais eficiente comparada com as mudas desenvolvidas sob Tela Preta e no tratamento Sem Tela., melhorando a qualidade das mudas produzidas.

#### **4. CONCLUSÕES**

Conclui-se que a Tela Difusora é uma alternativa para programas de aclimação de plantas provenientes de cultura de tecidos vegetais. A Tela Difusora foi mais eficiente na aclimação das mudas até a rustificação, quando comparada com a tela Preta cuja utilização é mais freqüente para este fim.

A Tela Aluminet<sup>®</sup> também pode ser utilizada em substituição à Tela Preta convencionalmente usada em viveiros de mudas, devendo-se considerar, porém seu preço mais elevado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNON, D. J. Enzymes of Copper in isolated polyphenoloxidases of chloroplasts in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.

BUISSON, D. LEE, D. W. The developmental responses of *Papaya* leaves to simulated canopy shade. **American Journal of Botany**, v.80, n.8, p.947-952, 1993.

DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. **Journal of the American Horticultural Society**, v.114, n.2, p.216-219, 1989.

GOMIDE, J. A.; ZAGO, C. P. Crescimento e recuperação do capim colônia após o corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.9, n.2, p.293-295, 1980.

HASEGAWA, P. H.; MURASHIGE, T. L.; TAKATORI, F. H. Propagation of asparagus through shoot apex culture. II. Light temperature requirements, transplantability of plants, and cytohistological characteristics. **Journal for American Society Horticultural Science**, v.98, p.143-148, 1973.

ISRAELI, Y; PLAUT, Z.; SCHWARTZ, A. Effect of shade on banana morphology, growth and production. **Scientia Horticulture**, v.62, p.45-56, 1995.

MEDINA, C. L.; et al. Photosynthetic response of *Citrus* grown under reflective aluminized polypropylene shading nets. **Scientia Horticulturae**. 1821, p.1-11, 2002.

MURRAY, D. B. Shade and fertilizer relations in the banana. **Trop Agric.**, v.38, p.123-132, 1961.

OREN-SHAMIR, M.; et al. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. v.76, n.3, p.353-361, 2001.

RYLSKI, I.; SPIGELMAN, M. Effect of shading on plant development, yield and fruit quality of sweet pepper grown under conditions of high temperature and radiation. **Scientia Horticulturae**, v.29, n.1-2, p.31-35. 1986.

SCALON, S. P. Q. et al. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra*(Pasq.) A. Bobyns sob condições de sombreamento. **Revista Arvore**, v.27, p.753-758. 2003.

SHAHAK, Y. et al. ColorsNets: A new approach for light manipulation in fruit trees. **Acta Horticultural**, p. 636, 2004.

TAIZ, L. ; ZEIGER, E. O fitocromo e o controle do desenvolvimento das plantas pela luz, **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.401-427.

TAKANE, R. J. Micropropagação e aclimatação de *Gypsophila paniculata* L. cv. BristolFairy “Mosquitinho”. 1997. 47p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1997.

TEITEL, M.; SEGAL, I. Net thermal radiation under shading screens. **Jornal of Agricultural Engineering Research Volcani Center**, Israel, v.61, p.19-26, 1995.