



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

NATÁLIA DA SILVA DANTAS

**TERMOGRAFIA PARA DETECÇÃO DE ESTRESSE TÉRMICO NA
ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE BANANEIRA,
SUPLEMENTADAS COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM
DIFERENTES AMBIENTES**

FORTALEZA

2019

NATÁLIA DA SILVA DANTAS

TERMOGRAFIA PARA DETECÇÃO DE ESTRESSE TÉRMICO NA ACLIMATIZAÇÃO
DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE BANANEIRA, SUPLEMENTADAS COM
BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM DIFERENTES AMBIENTES

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa.

Coorientadora: Dr^a. Christiana de Fátima Bruce da Silva.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

D214t Dantas, Natália da Silva.
Termografia para detecção de estresse térmico na aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira, suplementadas com bactérias promotoras de crescimento em diferentes ambientes / Natália da Silva
Dantas. – 2019.
35 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa .

Coorientação: Profa. Dra. Christiana de Fátima Bruce da Silva .

1. Micropropagação. 2. Aclimatização. 3. Termografia. 4. Bactérias promotoras de crescimento. I. Título.

CDD 630

NATÁLIA DA SILVA DANTAS

TERMOGRAFIA PARA DETECÇÃO DE ESTRESSE TÉRMICO NA ACLIMATIZAÇÃO
DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE BANANEIRA, SUPLEMENTADAS COM
BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM DIFERENTES AMBIENTES

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Aprovada em: 21/11/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr^a. Christiana de Fátima Bruce da Silva (coorientadora)
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

Dr^a. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

Prof. Dr. Fernando Bezerra Lopes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Waldery e Lenismar.

AGRADECIMENTOS

À Deus e a Maria Santíssima por estarem comigo em todos os momentos, e por reafirmarem no meu coração que minha fé sempre será maior que os meus medos.

Aos meus pais, Waldery Júnior e Maria Lenismar, pelas orações, compreensão e incentivo, por serem fonte de todo amor e por terem feito de mim quem eu sou. Obrigada por sonharem junto comigo. Amo vocês!

Aos meus avós, tios (as) e primos (as) maternos, por me cercarem de amor e carinho e sempre torcerem pelas minhas conquistas.

Aos meus amigos de graduação, Giane Pedroso, Sammuell Lucas, Felipe Lopes, Larissa Lopes, Larissa Nobre, Neville Vieira, Honório Nogueira, Frederico Yan, por compartilharem a vida comigo durante esses anos, pela amizade, pelos estudos antes das provas, pelos conselhos e pelos risos fáceis. Obrigada por tornarem a graduação mais leve, vocês são incríveis.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa pela disponibilidade e contribuições valiosas e por toda ajuda na condução do experimento.

À Dr^a Christiana de Fátima Bruce da Silva, minha coorientadora, pela colaboração e pelas valiosas contribuições na condução deste trabalho.

À Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho e ao Prof. Dr. Fernando Bezerra Lopes, por gentilmente terem aceitado o convite de participarem da banca examinadora.

À todos do Laboratório de Patologia Pós-Colheita (LPPC), por toda colaboração e apoio durante a condução do experimento, pelas palavras de incentivo e pelos momentos de descontração.

A Embrapa Agroindústria Tropical, pela oportunidade de estágio e por disponibilizar as instalações necessárias para a realização deste trabalho.

A Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de cursar Agronomia, e de ser ensinadas por grandes professores. Aqui vivenciei experiências incríveis que contribuíram para meu crescimento pessoal.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meus mais sinceros agradecimentos.

“Coragem é ir até onde der e sair com a
sensação de ter tentado até a última gota.”

Rogério Oliveira

RESUMO

A bananeira (*Musa* spp.) produz um dos frutos mais consumidos no mundo, a banana. A propagação convencional dessa frutífera é realizada através de mudas formadas a partir rizoma. Visando garantir uma produção mais uniforme e atender a demanda do mercado consumidor, buscou-se por meios de propagação de mudas livres de problemas fitossanitários, como as mudas oriundas da cultura de tecidos (micropropagadas). A aclimatização é uma das fases da micropropagação em que, as mudas produzidas em condições *in vitro* são transferidas para condições *ex vitro*, sendo necessária para reduzir os estresses causados as plantas com a mudança de ambiente. Dessa forma, objetivou-se investigar a influência do estresse térmico através da termografia, no desenvolvimento de mudas de bananeira cv. Prata Catarina, suplementadas com bactérias promotoras de crescimento, na fase de aclimatização. Foram realizados 5 tratamentos: T1 - as mudas permaneceram 14 dias em um túnel de sombrite e depois permaneceram 46 dias na casa de vegetação; T2 - 7 dias na sala com temperatura controlada e depois 53 dias na casa de vegetação; T3 - as mudas permaneceram na casa de vegetação por 60 dias; T4 - 14 dias na sala de temperatura controlada e depois 46 dias na casa de vegetação; T5 - 7 dias na sala de temperatura controlada, 7 dias em túnel de sombrite e 46 dias na casa de vegetação. Foram utilizadas 108 mudas por tratamento, sendo realizadas quatro aplicações com os isolados bacterianos, com intervalo de 15 dias. A variação da temperatura foliar (Tf) foi avaliada utilizando o termômetro infravermelho e a câmera termográfica FLIR®, sendo realizadas 9 leituras durante 60 dias. As mudas inoculadas com a bactéria *Bacillus* LPPC 159 não apresentaram diferenças significativas comparando-se com as mudas adubadas. As mudas aclimatizadas por 7 dias em sala de temperatura controlada, mais 7 dias em túnel de sombrite e mais 46 dias em telado apresentaram maior diâmetro do pseudocaule (mm), massa fresca (g) e massa seca (g). As mudas aclimatizadas por 60 dias em telado, obtiveram temperaturas foliares superiores com frequência nos dias de avaliação. Já as mudas aclimatizadas por 14 dias em sala de temperatura controlada e 46 dias em telado, demonstraram valores inferiores de temperatura foliar. Conclui-se que, o uso de sombreamento na fase de aclimatização aliado com uso de BPCPs, propocionam melhores condições de sobrevivência das mudas micropropagadas nessa fase.

Palavras-chave: Micropropagação, Aclimatização, Termografia, Bactérias promotoras de crescimento.

ABSTRACT

The banana tree (*Musa* spp.) produces one of the most consumed fruits in the world, a banana. The conventional propagation of this fruit is carried out through seedlings formed from rhizome. In order to ensure a more uniform production and meet the demand of the consumer market, we sought to propagate seedlings free of phytosanitary problems, such as seedlings from tissue culture (micropropagated). Acclimatization is one of the stages of micropropagation in which seedlings produced under in vitro conditions are transferred to ex vitro conditions, being necessary to reduce the stresses caused to plants with the change of environment. Thus, the objective of this study was to investigate the influence of thermal stress through thermography on the development of banana cv. Prata Catarina, supplemented with growth promoting bacteria, in the acclimatization phase. Five treatments were performed: T1 - the seedlings remained 14 days in a shade tunnel and then remained 46 days in the greenhouse; T2 - 7 days in the controlled temperature room and then 53 days in the greenhouse; T3 - the seedlings remained in the greenhouse for 60 days; T4 - 14 days in the temperature controlled room and then 46 days in the greenhouse; T5 - 7 days in temperature controlled room, 7 days in sombrite tunnel and 46 days in greenhouse. 108 seedlings were used per treatment, and four applications were made with bacterial isolates, with a 15 day interval. Leaf temperature (T_f) variation was evaluated using the infrared thermometer and the FLIR® thermographic camera. Nine readings were taken during 60 days. The seedlings inoculated with the bacterium *Bacillus* LPPC 159 did not present significant differences when compared to the fertilized seedlings. The seedlings acclimatized for 7 days in a controlled temperature room, plus 7 days in sombrite tunnel and 46 more days in roof had larger pseudostem diameter (mm), fresh mass (g) and dry mass (g). The seedlings acclimatized for 60 days on a screen, obtained higher leaf temperatures frequently on the evaluation days. Already the seedlings acclimatized for 14 days in temperature controlled room and 46 days in roof, showed lower leaf temperature values. It is concluded that the use of shading in the acclimatization phase combined with the use of BPCPs, provides better survival conditions of micropropagated seedlings in this phase.

Keywords: Micropropagation, Acclimatization, Thermography, Growth promoting bacteria.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Bananicultura no Brasil: aspectos botânicos, produtivos e econômicos	16
2.2 Propagação de mudas de bananeira: produção convencional x micropropagação	16
2.3 Aclimatização de mudas micropropagadas.....	17
2.4 Microrganismos promotores do crescimento vegetal na aclimatização de mudas micropropagadas.....	18
2.5 Termografia para avaliação da temperatura.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Local de estudo e material vegetal utilizado	20
3.2 Implantação do experimento	20
3.3 Tratamentos conduzidos no experimento	21
3.4 Preparo da biomassa da bactéria Bacillus LPPC 159	22
3.5 Avaliação da temperatura foliar	23
3.6 Tratos culturais conduzidos no experimento	24
3.7 Avaliações das variáveis morfoagronômicas das mudas micropropagadas.....	24
3.8 Delineamento experimental.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÃO	35
6 REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa spp.*) é uma frutífera cultivada na maior parte dos países de clima tropical e subtropical, produzindo um dos frutos mais consumidos do mundo. A banana é um fruto de fácil consumo, alto valor nutricional e baixo custo, permitindo assim, ser consumida por pessoas de todas as classes (SANTOS, 2014). Devido ao alto consumo do fruto, é cada vez mais frequente a busca por mudas de alta qualidade e rápida propagação, visando aumentar a produtividade e suprir a necessidade do mercado consumidor.

Um dos métodos para produção de mudas é a micropropagação ou propagação *in vitro*. Segundo Teixeira *et al.* (2011) essa técnica consiste na produção de mudas à partir de explantes contendo tecidos meristemáticos de matrizes selecionadas, de forma asséptica e sob condições controladas de laboratório. A micropropagação é uma alternativa para obter mudas saudáveis, com crescimento uniforme e rápida multiplicação. As mudas propagadas por essa técnica passam por um período de aclimatização, visando assim, reduzir o risco de perdas em condições de campo (SCARANARI, 2006).

A aclimatização de mudas é uma das etapas da micropropagação, em que, as plantas produzidas em condições *in vitro* são transferidas para um ambiente com condições climáticas naturais (PEREIRA *et al.*, 2005). Essa transição de ambiente dura em média de 45 a 60 dias e deve ser feita de forma gradual, para que as plantas sofram menos estresse possível. Após esse período as mudas estão aptas para ir à campo (CARVALHO *et al.*, 2012).

Luz, temperatura, umidade do solo, concentração de dióxido de carbono (CO₂), são alguns dos fatores que contribuem para o bom desenvolvimento e qualidade na produção de mudas. Dentre esses fatores, a intensidade luminosa é essencial ao desenvolvimento, pois atua diretamente na taxa de fotossíntese e no crescimento vegetativo. Os diferentes níveis de radiação solar, nas quais as plantas são submetidas, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e de crescimento (MELO *et al.*, 2008; MOTA *et al.*, 2012).

No processo de produção de mudas é essencial a utilização de fontes de nutrientes, para que, a cultura desenvolva seu potencial produtivo. Desse modo, a adubação vem com o objetivo de fornecer às plantas os nutrientes necessários para seu crescimento, fazendo com que elas se adaptem às condições adversas encontradas no campo. Por outro lado, altas doses de fertilizantes podem causar problemas na água, no solo e nas plantas (PENTEADO, 2001).

Uma alternativa para diminuir as perdas na fase de aclimatização e reduzir a utilização de adubos solúveis é a utilização de microrganismos promotores de crescimento vegetal. Esses microrganismos, como as bactérias, podem interagir de forma direta (fixação de nitrogênio, produção de fitohormônios) e indireta (controle biológico de patógenos) com a planta. A inoculação ou suplementação com bactérias promotoras de crescimento possui um grande potencial na produção agrícola, possibilitando o controle de doenças, promovendo o crescimento vegetal e reduzindo os custos com a produção (GLICK, 2012).

A fase de aclimatização é considerada uma fase crítica no processo de micropropagação, devido ao estresse sofrido pelas plantas durante a mudança de ambiente, resultando na baixa taxa de sobrevivências das mudas (SINDEAUX *et al.*, 2009). Dessa forma, o monitoramento da radiação solar aliado com utilização de microrganismos promotores de crescimento, podem melhorar o desenvolvimento das mudas micropropagadas e reduzir a taxa de mortalidade na fase de aclimatização.

Dessa forma, objetivou-se investigar a influência do estresse térmico através da termografia, no desenvolvimento de mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina, suplementadas com bactérias promotoras de crescimento, na fase de aclimatização.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bananicultura no Brasil: aspectos botânicos, produtivos e econômicos

A bananeira (*Musa* spp.) é uma planta herbácea e monocotiledônea, pertencente à família Musaceae, tendo como possíveis centros de origem o sul e sudeste da Ásia. Apresenta pseudocaule formado por bainhas foliares, terminando com folhas longas e largas, com nervura central bem desenvolvida. O caule subterrâneo (rizoma) atua como órgão de reserva, de onde as raízes primárias são emitidas. Possui sistema radicular fasciculado, que dependendo da cultivar e das condições do solo podem atingir horizontalmente 5 metros. A inflorescência apresenta brácteas ovaladas de cor roxo-avermelhada, saindo do centro da copa e os frutos são originados de flores femininas (BORGES; SOUZA, 2004; DIAS; BARRETO, 2011).

O ciclo de vida da bananeira é dividido em vegetativo e de produção. O ciclo vegetativo inicia com o aparecimento do rebento na superfície do solo e se expande até a colheita do cacho. Já o ciclo produtivo é o período de tempo da colheita do cacho da planta mãe até a colheita do cacho da planta filha (SANTOS, 2014). A bananeira é planta típica de regiões de clima tropical e subtropical, requerendo temperaturas na faixa de 15 °C a 35 °C, com constante suprimento de água, alta umidade relativa e luminosidade, e disponibilidade adequada de nutrientes para o favorável desenvolvimento da cultura (BORGES; SOUZA, 2004).

A bananicultura é uma atividade socioeconômica de grande importância no mundo. O seu fruto é um dos mais produzidos e o segundo mais consumido no mundo, podendo ser apreciado *in natura* ou como produtos industrializados (LIMA *et al.*, 2012). O Brasil é o 4º maior produtor mundial, produzindo 6.764,324 toneladas e possuindo uma área colhida 469.711 hectares. A bananeira é cultivada de Norte a Sul do país, sendo o estado de São Paulo o maior produtor brasileiro, seguido por Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina e Pará (AGRIANUAL, 2019).

2.2 Propagação de mudas de bananeira: produção convencional x micropropagação

A propagação da bananeira é realizada por via vegetativa. A propagação convencional é o método mais comum para obtenção de mudas de bananeira, as mesmas são obtidas à partir do rizoma ou parte dele, onde uma ou mais gemas (apicais ou laterais) emitem brotações, originando assim uma nova planta (CARVALHO *et al.*, 2012). As mudas

produzidas pelo método convencional apresentam diferentes tamanhos e estádios de desenvolvimento e por esse motivo, são classificadas em diferentes tipos. Os tipos obtidos por propagação convencional são: chifrinho, chifrão e chifre. O tipo chifre são mudas com aproximadamente 30 a 60 cm de altura, tipo chifrão com cerca de 60 a 150 cm de altura e o tipo chifrinho, de 20 a 30 cm de altura . A produção de mudas pelo método convencional é lenta, desuniforme e com alto potencial para disseminação de pragas e doenças (TEIXEIRA *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2012).

Diante da problemática encontrada na propagação convencional da bananeira, buscou-se por técnicas de propagação que garantissem rapidez, eficiência e sanidade das mudas. Comparada com outras técnicas de propagação, a micropropagação ou propagação *in vitro*, apresenta uma produção no período de 6 a 8 meses de 150 a 300 mudas. Esse método consiste no cultivo de explantes de ápices caulinares selecionados, em meio artificial, sob condições assépticas e controladas, permitindo produzir mudas em larga escala, em um curto período de tempo e livre de problemas fitossanitários (CARVALHO *et al.*, 2012).

2.3 Aclimatização de mudas micropropagadas

A aclimatização de mudas é o processo final da micropropagação. Nessa etapa as plantas produzidas em laboratórios (condições de *in vitro*) são transferidas para um ambiente com condições climáticas naturais (*ex vitro*) (SINDEAUX *et al.*, 2009). A mudança de um ambiente controlado, para um ambiente com condições adversas de temperatura, umidade e luminosidade, podem ocasionar estresse na planta e resultar na sua morte (PEREIRA *et al.*, 2005).

A aclimatização tem como principal objetivo reduzir os estresses causados nas plantas devido à mudança de ambiente, permitindo assim, o seu desenvolvimento antes de serem expostas as condições de campo. Na fase de aclimatização, as mudas devem ser transferidas de forma gradual para casa de vegetação ou telado, buscando reduzir os danos causado pelo novo ambiente (SCARANARI, 2006).

No cultivo *in vitro* as plantas crescem em frascos fechados, com umidade do ar elevada, baixa radiação e sem troca gasosa com o ambiente externo, resultando em plantas com anormalidades fisiológicas, morfológicas e anatômicas. Quando o ambiente é alterado as plantas precisam corrigir essas anormalidades (SCARANARI, 2006). Diante da diferença entres os dois ambientes, a aclimatização para algumas espécies é considerada uma fase

crítica da micropropagação. O baixo rendimento e a perda de vigor, são problemas encontrados com a mudança de ambiente, ou seja, é produzido uma grande quantidade de mudas micropropagadas em ambiente *in vitro* e quando as mesmas são transferidas para ambiente externo ocorre um elevado número de perdas. Dessa forma, uma quantidade menor de mudas será levada para campo, aumentando o custo de produção (PEREIRA *et al.*, 2005).

O monitoramento e o controle do ambiente de aclimatização é essencial para o bom desenvolvimento das mudas nessa fase. A casa de vegetação ou telado devem possuir condições de sombreamento entre 50% a 70%, irrigação por nebulização ou microaspersão, com temperaturas entre 26°C e 28°C, e umidade relativa do ar superior a 80%. Vale ressaltar que, estudos devem ser promovidos na fase aclimatização para adaptar as condições climáticas específicas de cada região, com a produção de mudas (MELO, 2019).

2.4 Microrganismos promotores do crescimento vegetal na aclimatização de mudas micropropagadas

A utilização de microrganismos promotores de crescimento vegetal, tornou-se nos últimos anos, uma ferramenta em potencial para produção agrícola. Estudos realizados demonstram que esses microrganismos proporcionam uma série de benefícios para diversas espécies vegetais. Os microrganismos propiciam inúmeras vantagens como a sustentabilidade ambiental, redução do uso e dos custos com insumos agrícolas, permitindo o aumento na produtividade e no rendimento das culturas (MARIANO *et al.*, 2004).

As bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCPs) são microrganismos capazes de proporcionar efeitos benéficos no crescimento e desenvolvimento das plantas, podendo atuar também no biocontrole de doenças. As BPCPs apresentam diversos gêneros responsáveis pelo crescimento das plantas, tais como: *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Azotobacter* e *Staphylococcus*. O gênero *Bacillus* é um dos mais utilizados para a promoção de crescimento de plantas, devido a formação de endósporos (esporos de resistência), que possibilita a sobrevivência da bactéria em condições adversas (temperatura, radiação, etc...) (MARIANO *et al.*, 2004).

A interação das BPCPs com as plantas podem ocorrer por meio de mecanismos diretos como, a fixação biológica de nitrogênio (FBN), produção de fitormônios, solubilização de fosfato, produção de sideróforos, e/ou de forma indireta por mecanismos de biocontrole de doenças, produção de antibióticos, indução de resistência sistêmica e tolerância

contra estresses abióticos. Portanto, a utilização de BPCPs na fase de aclimatização pode proporcionar para as mudas uma redução no tempo de aclimatização, aumentando a taxa de sobrevivência e a produtividade das culturas, além da redução do uso de adubos solúveis e promoção da sustentabilidade ambiental (GLICK, 2012).

2.5 Termografia para avaliação da temperatura

A produção agrícola em regiões semiáridas como o Nordeste brasileiro enfrenta grandes problemas, devido às condições climáticas dessa região. O semiárido brasileiro é caracterizado por temperaturas altas e forte insolação, com regime de chuvas escassas, irregulares e concentradas em um curto período de tempo, condições essas, limitantes para o rendimento e eficiência das culturas (SILVA *et al.*, 2010).

As plantas sofrem mudanças morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, quando submetidas a estresses (SARAIVA *et al.*, 2014). Dessa forma, o monitoramento das mudanças ambientais, é essencial para detectar problemas de deficiência hídrica, que é um fator limitante de grande impacto na produção agrícola.

Um dos indicadores de déficit hídrico é a temperatura foliar. A planta para evitar a perda de água por transpiração fecha os estômatos, reduzindo as trocas gasosas e a taxa fotossintética, o que, resulta no aumento da temperatura da folha. A utilização de técnicas que permitem monitorar o estágio fisiológico das culturas, faz com que, o diagnóstico do estresse hídrico seja antecipado, evitando maiores danos na produção (SARAIVA *et al.*, 2014).

Dentre as técnicas de sensoriamento remoto, a termografia, é uma ferramenta com grande potencial para determinar as variações do estado hídrico das culturas. Essa técnica permite medir a temperatura da superfície dos corpos, a partir da radiação infravermelha emitida pelos mesmos. A termografia possui várias vantagens sobre as técnicas convencionais de determinação do estado hídrico das plantas, tais como: rapidez e a facilidade na obtenção das medidas de temperatura da cobertura vegetal, permitindo-se trabalhar em diferentes escalas de cultivo e não sendo necessário o contato físico com a superfície medida. Por outro lado, as condições ambientais no momento da medição, tornam-se um fator limitante no uso desse método (COSTA *et al.*, 2013; SARAIVA *et al.*, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo e material vegetal utilizado

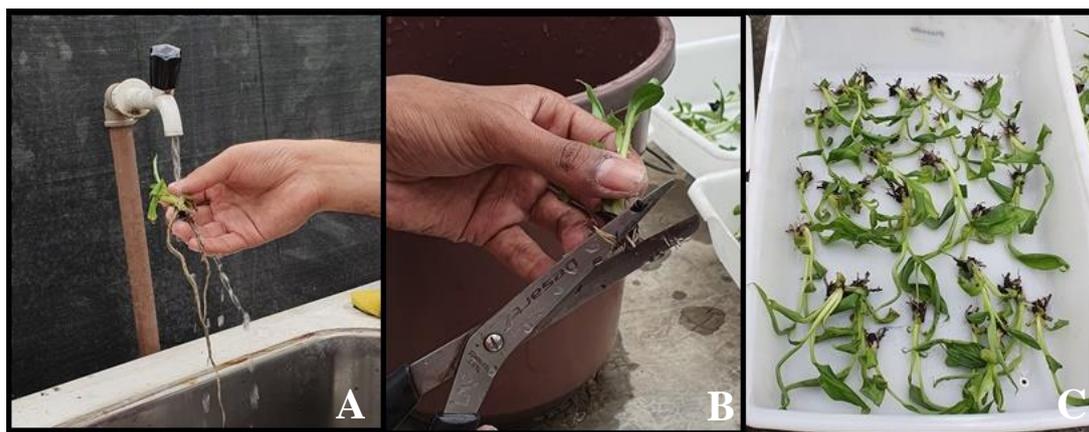
O experimento foi realizado no período de 12 de setembro a 12 de novembro de 2019, na Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT), localizada em Fortaleza, Ceará.

Foram utilizadas mudas micropropagadas da cv. Prata Catarina, adquiridas da empresa Bioclone Produção de Mudanças LTDA, localizada no município de Eusébio (CE). As mudas se encontravam acondicionadas em potes de vidro, contendo 6 mudas por pote, desenvolvidas em meio de cultivo MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962).

3.2 Implantação do experimento

Foram selecionados 180 potes ao acaso, totalizando 1.080 mudas. As mudas foram direcionadas para a casa de vegetação, onde as mesmas foram retiradas dos potes, separadas e lavadas em água corrente para remover todo o meio de cultivo aderido nas raízes. Após a lavagem (Figura 1A), as mudas foram dispostas em bandejas plásticas (Figura 1C), onde cortou-se as raízes deixando apenas 1 cm de comprimento, para estimular o crescimento de novas raízes e facilitar o plantio (Figura 1B).

Figura 1: Lavagem das raízes em água corrente de mudas micropropagadas de bananeira cv. 'Prata Catarina (A); Corte das raízes de muda micropropagadas de bananeira cv. 'Prata Catarina para início do transplante (B); e mudas micropropagadas de bananeira cv. 'Prata Catarina dispostas nas bandejas para secagem (C).



Fonte: Autor.

O plantio das mudas foi realizado em bandejas de polietileno de 162 células, onde cada célula apresentava um volume de 50 ml. As bandejas foram lavadas e pulverizadas com solução de hipoclorito de sódio (1,5%). Foi utilizado o substrato comercial Hortaliças CA Turfa Fertil® (turfa fibrosa e casca de arroz), previamente autoclavado, por 2 dias

consecutivos à 121 °C, por 1 hora. As bandejas foram preenchidas com o substrato (após 7 dias de descanso do substrato, para eliminação de compostos tóxicos, devido ao processo de autoclavagem) na sala de apoio do Laboratório de Patologia Pós-Colheita (LPPC). Cada bandeja foi identificada por números de 1 a 20, por tratamento e repetição.

As mudas foram plantadas em fileiras adensadas e nas extremidades da bandeja. Em cada bandeja foram plantadas 54 mudas, onde 27 plantas (3 fileiras) foram inoculadas com a bactéria promotora de crescimento *Bacillus* LPPC 159 (preparo da biomassa e concentração descrita no item 4.4) e as outras 27 plantas adubadas com adubo de liberação lenta Osmocote® (0,5 g por célula). As mudas inoculadas com a bactéria *Bacillus* LPPC 159 foram identificadas com placas contendo fitas coloridas.

3.3 Tratamentos conduzidos no experimento

Os tratamentos foram conduzidos em três ambientes: túnel de sombrite (50% de sombreamento), sala de temperatura controlada monitorada com auxílio de um termohigrômetro (entre 25 °C e 28 °C) e telado (50% a 70% de sombreamento). Os seguintes tratamentos foram realizados: Tratamento 1 (T1) - as mudas permaneceram 14 dias em um túnel de sombrite (Figura 2A) e depois foram transferidas para telado permanecendo por 46 dias (Figura 2C); Tratamento 2 (T2) - as mudas permaneceram por 7 dias na sala com temperatura controlada (Figura 2 B) depois foram transferidas para telado permanecendo por 53 dias (Figura 2C); Tratamento 3 (T3) - as mudas permaneceram em telado por 60 dias (Figura 2C); Tratamento 4 (T4) - as mudas permaneceram 14 dias na sala de temperatura controlada (Figura 2B) e depois foram transferidas para telado permanecendo por 46 dias (Figura 2C); Tratamento 5 (T5) - as mudas permaneceram 7 dias na sala de temperatura controlada (Figura 2B), depois foram transferidas para o túnel de sombrite por 7 dias (Figura 2A) e em seguida deslocadas para telado por 46 dias (Figura 2C).

Figura 2: Mudanças micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’ em diferentes ambientes durante o período de aclimatização: A) Túnel de sombrite; B) Sala de temperatura controlada; C) Telado.



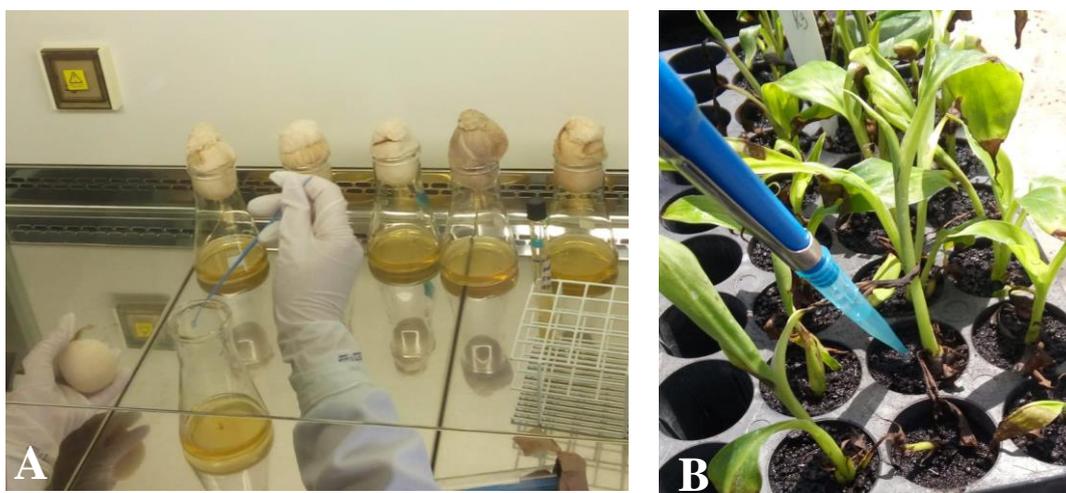
Fonte: Autor.

3.4 Preparo da biomassa da bactéria *Bacillus* LPPC 159

O isolado *Bacillus* LPPC 159 foi obtido da Coleção de Trabalho do Laboratório de Patologia Pós Colheita (LPPC), Embrapa. Foram preparados 4 erlenmeyers contendo 50 ml de meio de cultivo NYD (6,2 g de dextrose, 3,1 g de extrato de levedura, 1,86 g de extrato de carne, 0,62 g de peptona de carne, 1,86 g de sulfato de amônio e 0,31 g de magnésio) esterilizados por 15 minutos a 60 °C, em autoclave. As colônias de bactérias foram transferidas para 2 erlenmeyers, com o auxílio de uma alça e colocadas sob agitação constante em mesa agitadora, a 150 rpm, por 30 °C durante 24 horas. Após esse período, uma alíquota de 1ml dos frascos com crescimento bacteriano (pré-inóculo) foi transferido para os outros dois erlenmeyers com meio de cultivo, e levados novamente para agitação por 24 horas. Após esse intervalo, o meio de produção de biomassa foi retirado da agitação, colocados em tubos falcons, lavado com solução salina (NaCl 9%) e centrifugados a 3.600 rpm por 15 minutos.

Esse processo foi repetido 3 vezes (Figura 3A). Foi preparado 540 ml de suspensão de inóculo para aplicação no colo das mudas, sendo utilizado alíquotas de 1 ml da suspensão por planta/célula. Foram realizadas 4 inoculações da bactéria *Bacillus* LPPC 159, durante a fase de aclimatização: a) primeira aplicação realizada no mesmo dia do transplântio das mudas; b) segunda aplicação com 15 dias após o transplântio (DAT); c) terceira aplicação com 30 DAT; e d) quarta aplicação com 45 DAT. As aplicações foram praticadas com o auxílio de uma pipeta (Figura 3B).

Figura 3: Preparo da biomassa bacteriana (A) e aplicação da suspensão do inóculo no colo das mudas (B).



Fonte: Autor.

3.5 Avaliação da temperatura foliar

A variação da temperatura foliar (T_f) foi avaliada utilizando o termômetro infravermelho e a câmera termográfica FLIR ONE PRO®. As leituras e a captura das imagens foram realizadas no período entre 10h:00min e 11h:00min da manhã, ocorrendo 7 DAT, 9 DAT, 14 DAT, 16 DAT, 19 DAT, 26 DAT, 33 DAT, 51 DAT e 59 DAT.

O coeficiente de emissividade do termômetro infravermelho foi modificado durante as leituras, variando entre 0,90; 0,92; 0,94; 0,96 e 0,98. As medições foram realizadas em folhas com 50% da coloração verde, sendo selecionadas uma planta inoculada com a suspensão bacteriana e uma planta adubada (Figura 4). A captura de imagens com a câmera termográfica foi realizada em momentos sem o sombreamento por nuvens, registrando toda a área da bandeja de plantio, com uma distância de 80 cm da base da bandeja. Um termohigrômetro foi posicionado entre as plantas para medir as condições do ambiente, na hora do registro das imagens. As imagens registradas foram analisadas posteriormente no software FLIR Tools, para determinar as respostas térmicas máximas, médias e mínimas.

Figura 4: Avaliação com termômetro infravermelho em mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina, em condições de aclimatização em telado.



Fonte: Autor.

3.6 Tratos culturais conduzidos no experimento

A irrigação no telado foi realizada pelo sistema de microaspersão, programado para irrigar 3 vezes ao dia, quando necessário as mudas eram irrigadas também manualmente. As plantas que permaneceram na sala de temperatura controlada, a irrigação ocorreu de forma manual e apenas 1 vez ao dia.

As condições climáticas dos ambientes foram monitoradas com auxílio de termohigrômetros, onde foram mensurados a temperatura, umidade do ar e intensidade da luz (luxímetro). A adubação foi realizada após 3 dias de transplântio e foi utilizado o adubo de liberação lenta NPK (Osmocote®) 0,5 g por célula, sendo aplicado apenas nas plantas que não foram inoculadas com a bactéria *Bacillus* LPPC 159.

3.7 Avaliações das variáveis morfoagronômicas das mudas micropropagadas

As variáveis morfoagronômicas analisadas após 60 DAT foram as seguintes: altura da planta (ALT), diâmetro do pseudocaule (DP), número de folhas (NF), comprimento da maior raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca da planta (MS).

As variáveis foram estabelecidas da seguinte forma: ALT (cm) - foi determinada com auxílio de uma régua e as medidas realizadas do colo da planta a inserção das folhas novas; DP (mm) - foi determinado a 1 cm do colo da planta, com auxílio de um paquímetro

digital (Digimess); NF - a contagem do número de folhas foi realizada em que apresentavam mais 50% verde; CR (cm)- as mudas foram retiradas das bandejas, lavadas com água corrente e em seguida mensuradas com o auxílio de uma régua; MF (g) - as mudas foram pesadas em uma balança digital Bioprecisa modelo JH 2102; MS (g) - foi obtida por pesagem do material após secagem na estufa, a 65°C, por um período de 72 horas.

3.8 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 5 (plantas inoculadas com suspensão bacteriana e plantas adubadas x 5 ambientes), com 4 repetições (cada repetição = 54 mudas). Os dados das variáveis morfoagronômicas (comprimento da maior raiz, massa fresca, massa seca, altura da planta, o diâmetro do pseudocaule e o número de folhas), temperatura foliar e temperatura do ambiente foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05\%$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas inoculadas com a bactéria *Bacillus* LPPC 159 e as mudas adubadas com adubo Osmocote® não apresentaram diferenças relevantes entre os tratamentos (Figura 5). A variável, altura da planta não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 5: Mudas micropropagadas de bananeira cv. 'Prata Catarina' aos 30 DAT aclimatizadas em diferentes ambientes. A) Mudas inoculadas com suspensão bacteriana; B) Mudas adubadas com adubo de liberação lenta.

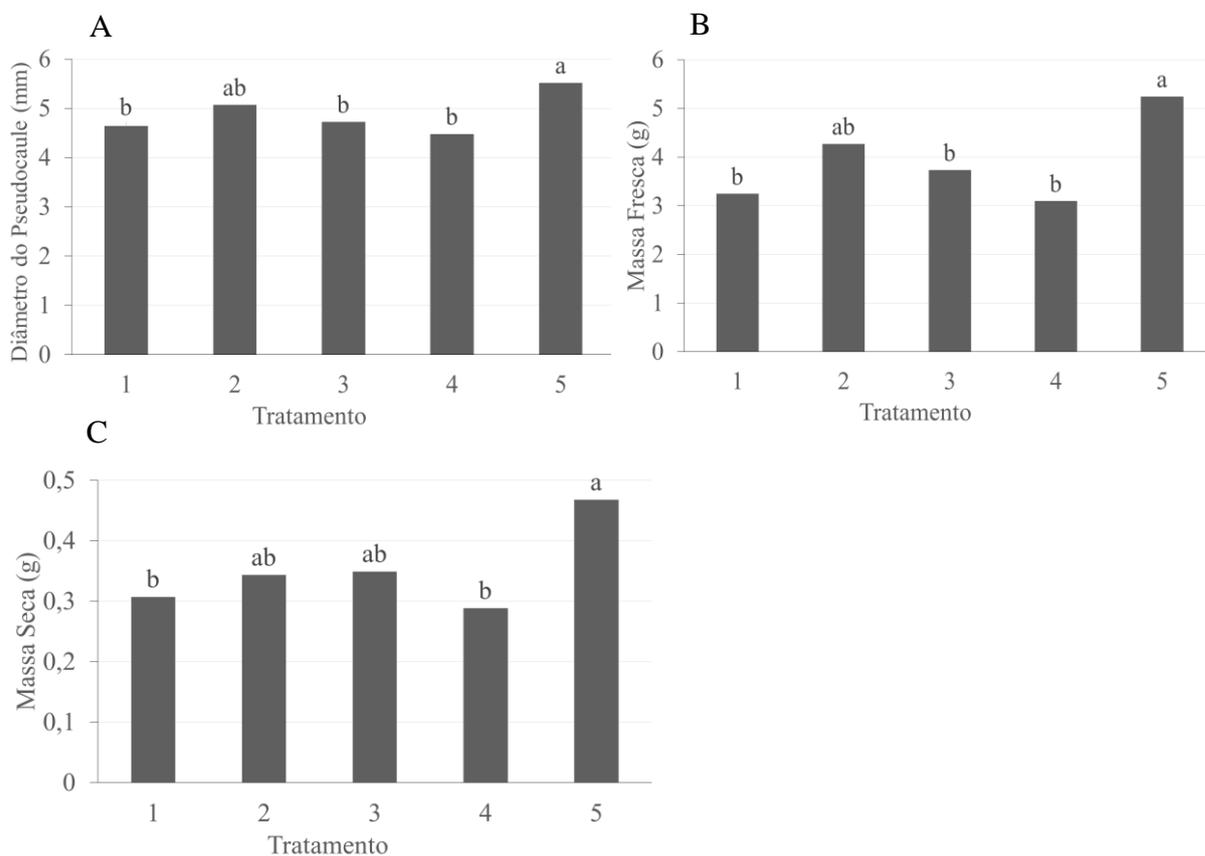


Fonte: Autor

As BPCPs apresentam efeitos benéficos em mudas micropropagadas, proporcionando um aumento da área foliar, diâmetro do pseudocaule, número de folhas e matéria seca, além de reduzir o tempo de aclimatização e garantir maior sobrevivência das mudas após o transplante (MARIANO *et al.*, 2004). Resultados semelhantes foram obtidos no presente estudo, pois as mudas bacterizadas apresentaram desenvolvimento similares às mudas adubadas.

Para as variáveis, diâmetro do pseudocaule, massa fresca e massa seca, o tratamento 5 (7 dia na sala de temperatura controlada, 7 dias em túnel de sombrite e 46 dias em telado) apresentou respectivamente médias de 5,51 mm, 5,24 g, 0,46 g por planta, sendo superiores aos demais tratamentos (Figura 6). Para Pereira *et al.* (2005), a fase de pré-aclimatização é essencial para um melhor desenvolvimento das mudas, pois as novas condições devem ser repassadas às plantas nas fases posteriores, de forma progressiva. Estas condições devem ser as mais adequadas para o pleno desenvolvimento das mudas.

Figura 6: Diâmetro do pseudocaule (média) de mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’, submetidas a diferentes ambientes para aclimatização (A); Massa fresca (média) de mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’, submetidas a diferentes ambientes para aclimatização (B); Massa Seca (média) de mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’, submetidas a diferentes ambientes para aclimatização.



T1= 14 dias em um túnel de sombrite mais 46 dias em telado; T2 =7 dias na sala com temperatura controlada mais 53 dias em telado; T3 = telado por 60 dias; T4 - 14 dias na sala de temperatura controlada mais 46 dias em telado; T5= 7 dia na sala de temperatura controlada, 7 dias em túnel de sombrite e 46 dias em telado.

*Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

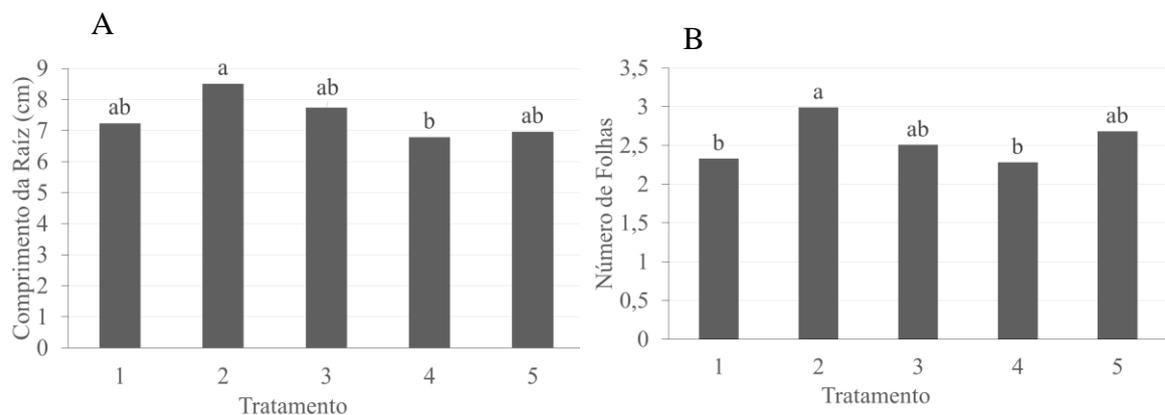
Fonte: Dados do experimento.

Mudas provenientes do tratamento 2 (7 dias na sala com temperatura mais 53 dias em casa de vegetação) atingiram mais de 8 cm de comprimento de raiz (Figura 7A). Uma das possibilidades para esse resultado é a combinação do substrato comercial com a inoculação da suspensão bacteriana, visto que, a associação de BPCPs com substrato adequado já foi relacionada com maior rendimento na cultura, aumento na taxa de sobrevivência após o transplante, tolerância a estresses bióticos e abióticos e melhoria das características fisiológicas das mudas (GONÇALVES *et al.*, 2018).

A promoção do crescimento radicular é um dos efeitos benéficos das BPCPs, pois o estabelecimento rápido de raízes laterais e adventícias é uma característica vantajosa para plantas aumentando a habilidade de se fixar ao solo e obter água e nutrientes do ambiente (MOREIRA; ARAÚJO, 2013).

O número de folhas apresentou uma média de 3 folhas por planta, sendo o tratamento 2 superior aos demais (Figura 7B). Oliveira et al. (2013) identificou valores médios de 3,47 folhas da cv. ‘Prata Catarina’ em diferentes substratos e recipientes. Melo (2019) obteve valores inferiores a 4,2 folhas por plantas. Plantas com um maior número de folhas, possuem uma maior área foliar e conseqüentemente possibilita uma maior conversão fotossintética proporcionando um melhor crescimento para as mudas (GUIMARÃES et al., 2018).

Figura 7: Comprimento de raiz (médias) de mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina’ submetidas a diferentes ambientes para aclimatização (A); Número de folhas (médias) de mudas micropropagadas de bananeira cv. Prata Catarina’ submetidas a diferentes ambientes para aclimatização (B).



T1= 14 dias em um túnel de sombrite mais 46 dias em telado; T2 =7 dias na sala com temperatura controlada mais 53 dias em telado; T3 = telado por 60 dias; T4 - 14 dias na sala de temperatura controlada mais 46 dias em telado; T5= 7 dia na sala de temperatura controlada, 7 dias em túnel de sombrite e 46 dias em telado.

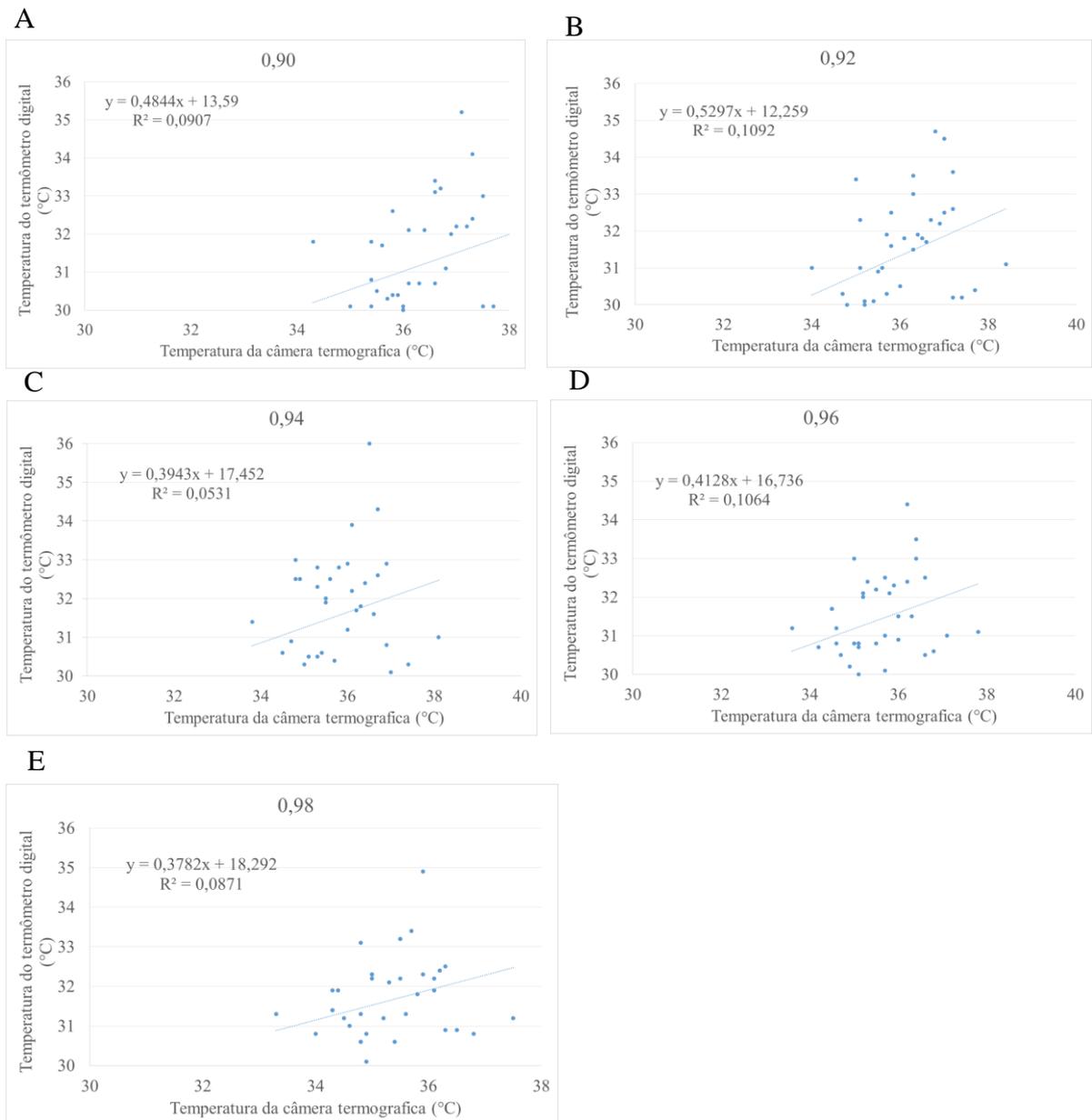
*Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do experimento.

Foi realizado também uma correlação entre as leituras do termômetro digital e os dados das imagens termográficas fornecidos pelo software FLIR Tools, para determinar qual a emissividade recomendada para caracterizar a temperatura foliar. Inicialmente utilizou dados obtidos do 59 DAT, com temperatura de 20 °C pré estabelecida pelo software, variando apenas a emissividade.

A emissividade é capacidade dos corpos emitirem energia por radiação da sua superfície e essencial para a determinação da temperatura. A emissividade para vegetação varia entre 0,96 e 0,99. Conforme o esperado para tecidos vegetais, a emissividade 0,96 apresentou uma correlação (R^2) mais próxima de 0,1 (Figura 8).

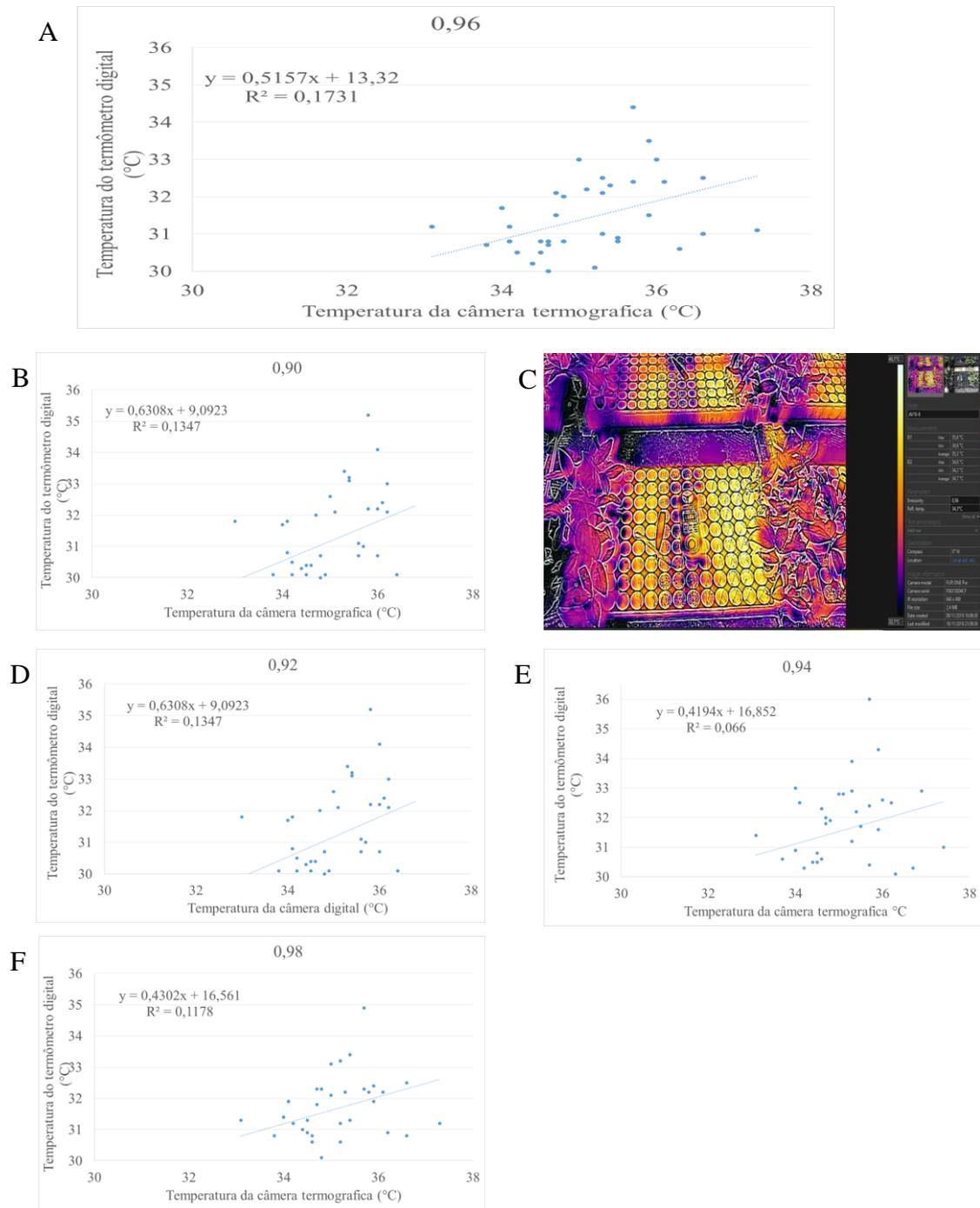
Figura 8: Correlação entre temperatura do termômetro digital e de imagens termográficas em diferentes emissividades. A) 0,90; B) 0,92; C) 0,94; D) 0,96; E) 0,98.



Fonte: Dados do experimento.

Definindo a emissividade em 0,96 foi realizado o ajuste da temperatura no software FLIR Tools (Figura 9A). Usando a temperatura média do ambiente de 34,34 °C, do 59 DAT obtida com o auxílio de um termohigrômetro. Constatou-se novamente a emissividade 0,96 superior as demais para cada tratamento (Figura 9).

Figura 9: Imagem feita pela câmera térmica mostrando as mudas 59 DAT submetidas ao tratamento 2 (A); Correlação entre temperatura do termômetro digital e de imagens termográficas na emissividade de 0,90 (B); Emissividade de 0,92 (C); Emissividade de 0,94 (D); Emissividade de 0,96 (E); Emissividade de 0,98 (F).



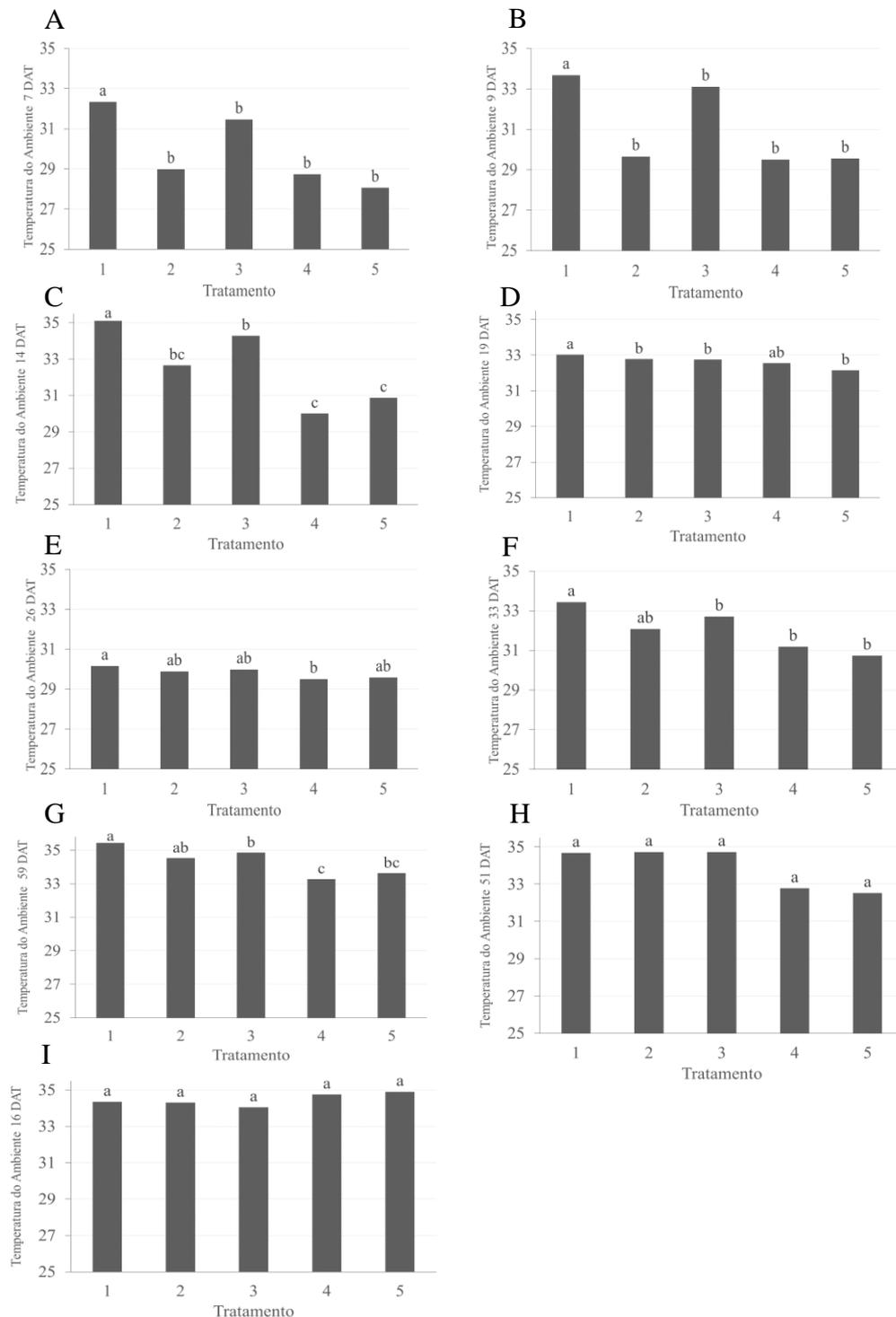
Fonte: Dados do experimento.

Os dias 16 e 51 após o transplântio, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento 1 (14 dias em túnel de sombrite mais 56 dias em telado) apresentou temperatura superior aos demais tratamentos em todas as avaliações, com médias entre 30 °C e 36°C (Figura 10H, 10I). A ausência de monitoramento da temperatura do ambiente pode provocar danos irreversíveis à planta, que vão desde a dormência secundária de sementes até o florescimento prematuro da planta (CALLEGARI *et al.*, 2001). Segundo Costa et al. 2015 a relação entre temperatura foliar e ambiente pode ser usada como indicador das condições hídricas da planta o qual, devidamente obtido, pode ser utilizado para apontar o estresse térmico.

As bananeiras necessitam de uma temperatura ótima de 28 °C para o seu completo desenvolvimento, sendo a faixa de 15 °C a 35 °C os limites extremos para o seu cultivo. Temperaturas abaixo de 15 °C causam paralisia nas atividades fisiológicas da planta. Já temperaturas acima de 35 °C o desenvolvimento da planta é inibido, ocasionado a perda de água nos tecidos, principalmente nas folhas (LIMA *et al.*, 2012).

A temperatura foliar para os dias 19 e 33 após o transplântio, não apresentaram diferenças relevantes entre os tratamentos (Figura 11H e figura 11I). O tratamento 3 (telado por 60 dias), registrou temperaturas superiores aos demais tratamentos durante as avaliações 7 (Figura 11A), 9 (Figura 11B), 16 (Figura 11D), 51 (Figura 11F) e 59 DAT (Figura 11G). Já os tratamentos 1 (14 dias em um túnel de sombrite mais 46 dias no telado) e 2 (7 dias na sala com temperatura controlada mais 53 dias no telado), apresentaram valores elevados nas avaliações 26 DAT (Figura 11E) e 14 DAT (Figura 11C), respectivamente.

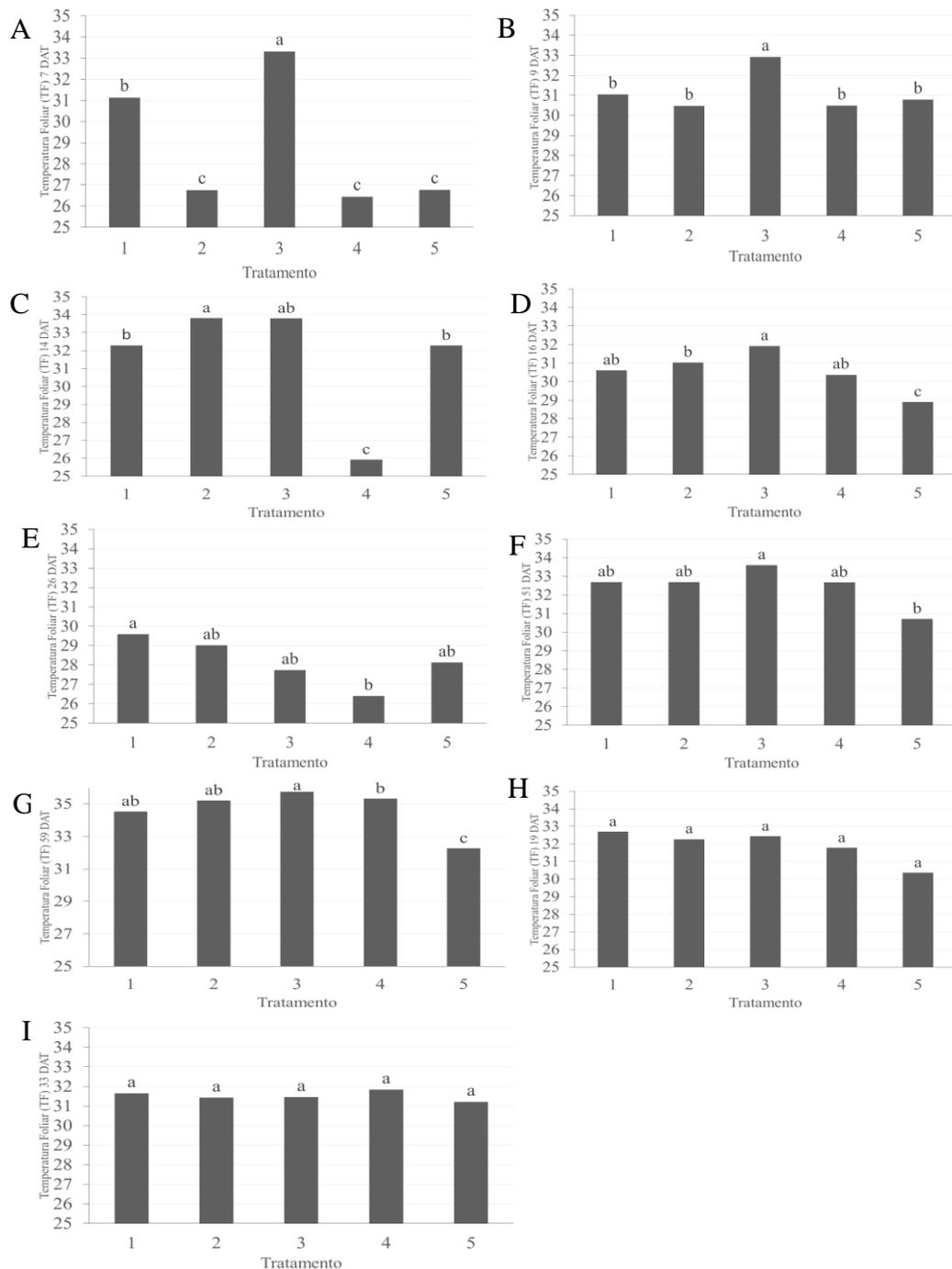
Figura 10: Temperatura do ambiente (°C) de mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’, submetidas a diferentes ambientes em relação aos dias após o transplântio DAT. A) 7 DAT; B) 9 DAT; C) 14 DAT; D) 19 DAT; E) 26 DAT; F) 33 DAT; G) 59 DAT; H) 51 DAT; I) 16 DAT.



T1= 14 dias em um túnel de sombrite mais 46 dias em telado; T2 =7 dias na sala com temperatura controlada mais 53 dias em telado; T3 = telado por 60 dias; T4 - 14 dias na sala de temperatura controlada mais 46 dias em telado; T5= 7 dia na sala de temperatura controlada, 7 dias em túnel de sombrite e 46 dias em telado.

*Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 11: Temperatura da superfície foliar de mudas micropropagadas de bananeira cv. 'Prata Catarina', submetidas a diferentes ambientes em relação ao DAT. A) 7 DAT; B) 9 DAT; C) 14 DAT; D) 16 DAT; E) 26 DAT; F) 51 DAT; G) 59 DAT; H) 19 DAT; I) 33 DAT.



T1= 14 dias em um túnel de sombrite mais 46 dias em telado; T2 =7 dias na sala com temperatura controlada mais 53 dias em telado; T3 = telado por 60 dias; T4 - 14 dias na sala de temperatura controlada mais 46 dias em telado; T5= 7 dia na sala de temperatura controlada, 7 dias em túnel de sombrite e 46 dias em telado.

*Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do experimento.

O tratamento 4 (14 dias na sala de temperatura controlada mais 46 dias no telado) apresentou temperaturas foliares inferiores comparada aos demais tratamentos. A transição gradual do ambiente *in vitro* para o *ex vitro* na aclimatização, é um fator chave garantir a sobrevivência das plantas e fazer com as mudas tenham condições de serem levadas ao campo MOREIRA *et al.*, 2006.

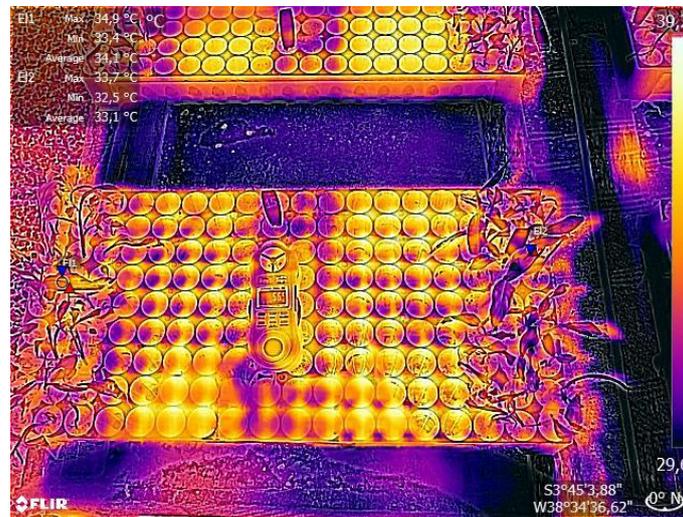
A capacidade de adaptação das plantas a baixas intensidades luminosas, é ditada pelas características genéticas da planta em interação com o meio ambiente, fazendo com que as folhas apresentem anatomia e propriedades fisiológicas que as capacitam para o uso efetivo da radiação solar disponível (SIEBENEICHLER *et al.*, 2008) O uso de ambientes sombreados vem sendo indicado como uma das soluções para a aclimatização de mudas, pois contribuem para a redução da temperatura interna e impedem a radiação solar incidente (GUIMARÃES *et al.*, 2018).

O estresse hídrico, na fase de aclimatização, é geralmente o maior problema encontrado para sobrevivência inicial das mudas micropropagadas (LÉDO *et al.*, 2008). Constatando que, o aumento da temperatura foliar tem relação com a disponibilidade de água presente nas plantas, apresentando temperaturas superiores quando há menor disponibilidade hídrica e inferiores quando ocorre maior disponibilidade (COSTA *et al.*, 2015).

As mudas submetidas ao ambiente de telado por 60 dias, apresentaram aumento da temperatura foliar (Figuras 11A, B, D, F e G). Esse aumento pode ser devido as condições do ambiente em que as mudas se encontravam, outro fator que pode ter colaborado para esses resultados, é o clima quente e seco, com baixa umidade relativa do ar, nesse período do ano no estado do Ceará. A intensidade de luz exercer efeitos diretos sobre a fotossíntese, abertura estomática e síntese de clorofila. A radiação solar excessiva pode ocasionar condições de estresse conhecida como fotoinibição da fotossíntese e o fechamento dos estômatos para evitar a perda de água por transpiração (GUIMARÃES *et al.*, 2018).

O aumento da temperatura foliar como parâmetro indicativo de deficiência hídrica e com o auxílio de imagens térmicas pode contribuir para um diagnóstico antecipado, monitoramento adequado e manejo eficiente do uso da água. (MELLO *et al.*, 2018). Para Costa *et al.* (2013), a termografia apresenta um grande potencial em detectar rapidamente a redução da transpiração foliar (fechamento estomático), e assim determinar uma situação de estresse hídrico, que pode ser comprovada com a imagem obtida pela câmera térmica (Figura 12).

Figura 12: Imagem da câmera térmica mostrando as mudas micropropagadas da cv. ‘Prata Catarina’ do tratamento 3 (telado por 60 dias) 7 DAT com temperatura e emissividade corrigidas.



Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’ aclimatizada por 7 dias em sala de temperatura controlada, mais 7 dias em túnel de sombrite e mais 46 dias em telado apresentaram melhores resultados para as variáveis morfoagronômicas avaliadas, sendo recomendado esse tratamento para aclimatização de mudas dessa cultivar. As mudas inoculadas com suspensão bacteriana e as mudas adubadas com adubo de liberação lenta, apresentaram resultados semelhantes, possibilitando o uso de BPCPs como alternativa para adubação na fase de aclimatização de mudas micropropagadas. As mudas micropropagadas de bananeira aclimatizada por 60 dias em telado, obtiveram temperaturas foliares superiores com frequência nos dias de avaliação, sendo indicativo de estresse hídrico. Por outro lado, as mudas micropropagadas aclimatizadas por 14 dias em sala de temperatura controlada e 46 dias em telado, demonstraram valores inferiores aos demais tratamentos, estando esse ambiente favorável ao desenvolvimento dessas mudas, reduzindo as perdas e fazendo com que as mudas cheguem aos setor produtivo.

6 REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2019: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2019. p. 196-203.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. Exigências edafoclimáticas. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 15-23, 2004.
- CALLEGARI, O.; SANTOS, H. S.; SCAPIM, C. A. Variações do ambiente e de práticas culturais na formação de mudas e na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L. cv. Elisa). **Acta Scientiarum**. v. 23, n. 5, p. 1117-1122, 2001.
- CARVALHO, A. C. P. P.; RODRIGUES, A. A. J.; SANTOS, E.O. **Produção de mudas micropropagadas de bananeira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Circular Técnica nº 37, 14 p., 2012.
- COSTA, J. M.; TELEJO, I. F. G.; CHAVES, M. O uso da termografia na agricultura moderna. **Revista APH**. n. 113, p. 30-34, 2015.
- COSTA, J. O.; BARROS, T. H. S.; SAMPAIO, P. R. F.; RIBEIRO, N. L.; R. D. COELHO. Aplicação da termografia como indicativo de déficit hídrico do cafeeiro irrigado. In: Inovagri International Meeting. 3., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2015. v. 3, p. 2904-2911. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jefferson_De_Oliveira_Costa/publication/301405706>. Acesso em: 20 out. 2019.
- DIAS, J. S. A. A cultura da bananeira. In: DIAS, J. S. A.; BARRETO, M. C. **Aspectos agrônômicos, fitopatológicos e socioeconômicos da sigatoka-negra na cultura da bananeira no Estado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, p. 18-21, 2011.
- GONÇALVES, J. S.; MINIZ, N. P.; SOUZA, E. H.; SOUZA, F. V. D.; SILVA, H. S. A. **Crescimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro em substratos suplementados com rizobactérias produtoras de ácido indolacético**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 18 p., 2018.
- GUIMARÃES, T. P.; SOUZA, M. E.; MAIA, A. H.; DAMASCENO, A. S. Produção de mudas de bananeira sob diferentes ambientes de cultivo. In: GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 03., 2018, Rio Verde. **Anais...** Nova Xavantina: 2018. v. 1, p. 1-15. Disponível em: <<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/1055>>. Acesso em: 27 nov. 2019.
- GLICK, B.R. Bactérias promotoras de crescimento de plantas: mecanismos e aplicações. **Scientífica**. v. 2012, p.1-15, 2012.
- LÉDO, A.S; OLIVEIRA, L.F.M; MACHADO, C.A; FREIRE, K.C.S. **Aclimação de mudas de bananeira 'Prata Anã' regeneradas em diferentes condições de cultivo in vitro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Boletim de Pesquisa nº 37, 18p., 2008.
- LIMA, M. B.; SILVA, S. O.; FERREIRA, C. F. **Banana: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 214 p., 2012.
- MARIANO, R. L. L.; SILVEIRA, E. B.; ASSIS, S. M. P; GOMES, A. M. A.; DONATO, V. M. T. S. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. In: Academia Pernambucana de Ciências Agrônômicas, Recife, 2004. **Anais...** Recife, 2004. v. 1, p. 89-111. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/70/70>>. Acesso em 27 nov. 2019.

- MELLO, K. K. S.; LETÍCIA, S.; MARTORANO, L. G.; ROMANO, M. L. P. Termografia infravermelho na avaliação de estádios vegetativos do milho (*Zea mays*) crioulo em cultivo de base agroecológica. In: Salão de Pesquisa e Iniciação Científica.V Salão de Extensão, Santarém, 2018. *Anais...* Santarém, 2018. v. 18, p. 126-128. Disponível em:https://www.researchgate.net/profile/Lucieta_Martorano/publication/331877422. Acesso em: 20 out. 2019.
- MELO, J. N. **Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata-Catarina’ em diferentes ambientes.** 2019. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, 2019.
- MELO, R. R.; CUNHA, M. C. L.; JÚNIOR, F. R.; STANGERLIN, D. M. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. sob diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** v. 3, n. 2, p. 138-144, 2008.
- MOREIRA, A. L. L.; ARAÚJO, F. F. Bioprosperção de isolados de *Bacillus* spp. como potenciais promotores de crescimento de *Eucalyptus urograndis*. **Revista Árvore.** v. 37, n. 15, p. 933-943, 2013.
- MOREIRA, M. A.; CARVALHO, J. G.; PASQUAL, M.; FRÁGUAS, C. B.; SILVA, A. B. Efeito de substrato na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. ‘Pérola’. **Ciência e Agrotecnologia.** v. 30, n. 5, p. 875-879, 2006.
- MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Revista Ciência Florestal.** v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum.** v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.
- OLIVEIRA, J. A. A.; PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHER, S.; SOUZA V. N. R.; COSTA, I. J. S. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira em diferentes substratos e recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** v. 9, n. 1, p.72-88, 2014.
- PENTEADO, S.R. **Agricultura orgânica.** Série Produtor Rural. Edição Especial. Piracicaba: USP/ESALQ, 41p., 2001.
- PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHER, S.; FRANÇA, A. C.; NUNES, C. F.; LIMA, C.; GONÇALVES, V. D.; SALLES, B. P.; MORAIS, D. L. B.; KOJI KOBAYASHI, M. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v. 27, n. 2, p. 238-240, 2005.
- SANTOS, E. O. **Adubações orgânica e mineral em mudas micropropagadas de bananeira cv. ‘Prata Catarina’ durante a aclimatização.** 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo), Universidade Federal do Ceará, 2014.
- SARAIVA, G. F. R.; ANDRADE, R. G.; SOUZA, G. M. Termografia por infravermelho como ferramenta de diagnóstico precoce de estresse hídrico severo em soja. **Agrarian Academy.** v. 1, n. 2, p. 158, 2014.
- SCARANARI, C. **Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira (Musa spp.) cv. ‘Grande Naine’.** 2006. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, 2006.

SIEBENEICHLER, S. C.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; ADORIAN, G. C.; CAPELLARI, D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazônica**. v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.

SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B.; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A.; SA, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. de C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2010.**

SINDEAUX, J. H. F.; AZEVEDO, B. M.; VIANA, T. V. A.; CARVALHO, A. C. P. P.; FURLAN, R. A. Desenvolvimento de mudas micropropagadas de bananeira submetidas a diferentes lâminas e frequências de irrigação em ambiente protegido. **Revista Irriga Botocatu**. v. 14, n. 2, p. 180-189, 2009.

TEIXEIRA, L. A. J.; NETO, J. E. B. Comportamento agrônomico de bananeira 'Prata-anã' em função do tipo de muda. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, 2011.