

## Crescimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro em substratos suplementados com rizobactérias produtoras de ácido indolacético



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
92**

**Crescimento de mudas micropropagadas  
de abacaxizeiro em substratos  
suplementados com rizobactérias  
produtoras de ácido indolacético**

*Josélia Santana Gonçalves  
Neylane Passos Muniz  
Everton Hilo de Souza  
Fernanda Vidigal Duarte Souza  
Harllen Sandro Alves Silva*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Mandioca e Fruticultura**  
Rua Embrapa - s/n, Caixa Postal 007  
44380-000, Cruz das Almas, BA  
Fone: (75) 3312-8048  
Fax: (75) 3312-8097  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente  
*Francisco Ferraz Laranjeira*

Secretário-Executivo  
*Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro*

Membros  
*Aldo Vilar Trindade, Áurea Fabiana Apolinário  
Albuquerque Gerum, Clóvis Oliveira de  
Almeida, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi  
Cerqueira Sasaki, Leandro de Souza Rocha,  
Marcela Silva Nascimento, Tullio Raphael  
Pereira de Pádua*

Supervisão editorial  
*Francisco Ferraz Laranjeira*

Revisão de texto  
*Adriana Villar Tullio Marinho*

Normalização bibliográfica  
*Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro*

Tratamento das ilustrações  
*Anapaula Rosário Lopes*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Anapaula Rosário Lopes*

Foto da capa  
*Harllen Sandro Alves Silva*

**1ª edição**  
On-line (2018)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Mandioca e Fruticultura

---

Crescimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro em substratos  
suplementados com rizobactérias produtoras de ácido indolacético / Josélia  
Santana Gonçalves... [et. al.]. – Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e  
Fruticultura, 2018.

19 p.: il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e  
Fruticultura, ISSN 1809-5003; 92).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Abacaxi. 2. Ananas comosus. 3. Micropropagação I. J Gonçalves, Josélia.  
II. Muniz, Neylane Passos. 2. III. Souza; Everton Hilo de. IV. Souza, Fernanda  
Vidigal Duarte. V. Silva, Harllen Sandro Alves. VI. Título. VII. Série.

---

CDD 634.774

© Embrapa, 2018

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	10
Conclusões.....	18
Referências .....	18



# Crescimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro em substratos suplementados com rizobactérias produtoras de ácido indolacético

Josélia Santana Gonçalves<sup>1</sup>

Neylane Passos Muniz<sup>2</sup>

Everton Hilo de Souza<sup>3</sup>

Fernanda Vidigal Duarte Souza<sup>4</sup>

Harllen Sandro Alves Silva<sup>5</sup>

**Resumo** – Bactérias produtoras de ácido indolacético, em condições ideais de substrato, podem induzir o crescimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro e se tornar uma alternativa de redução dos protocolos de aclimação ou mesmo facilitar a adaptação das plantas ao campo. No presente trabalho, verificou-se o crescimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ‘BRS Imperial’, em fase de aclimatização, utilizando como substratos: 1) Turfa; 2) Fibra de Coco; 3) Vivatto®; 4) Fibra de Coco + Vivatto®; 5) Fibra de Coco + Vermiculita; 6) Fibra de Coco + Turfa. Todos suplementados, a cada 15 dias, com suspensões de rizobactérias da coleção de trabalho do Laboratório de Microbiologia do Solo e Resíduos Orgânicos da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Avaliaram-se a altura das plantas, número de folhas, comprimento da raiz, massa fresca e seca de parte aérea, e massa fresca e seca do sistema radicular. De acordo com os resultados, o uso do substrato Fibra de Coco + Turfa com suplementado com rizobactérias proporciona um maior crescimento das plantas de abacaxizeiro após 180 dias de cultivo, sendo assim uma alternativa para redução do período de aclimatização.

**Termos para indexação:** *Ananas comosus*; aclimatização; micropropagação.

---

<sup>1</sup> Mestre em Microbiologia Agrícola, bolsista de Desenvolvimento Industrial Biofábrica Moscamed Brasil

<sup>2</sup> Engenheira Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB

<sup>3</sup> Doutor em Ciências, bolsista Pós-Doutorado CAPES/Embrapa, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB

<sup>4</sup> Doutora em Biologia Celular, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura

<sup>5</sup> Doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura

## Growth of micropropagated pineapple seedlings on substrates supplemented with indolacetic acid producing rhizobacteria

**Abstract** – Indoleacetic acid producing bacteria, under ideal substrate conditions, can induce growth of micropropagated pineapple seedlings, becoming an alternative to reduce acclimatization time protocols or even facilitate the adaptation of plants to field conditions. In the present work growth of micropropagated seedlings of 'BRS Imperial' pineapple was studied, in acclimatization phase, using as substrates: 1) Peat; 2) Coconut Fiber; 3) Vivatto®; 4) Coconut Fiber + Vivatto®; 5) Coconut Fiber + Vermiculite; 6) Coconut Fiber + Peat. All those supplemented with rhizobacterial suspensions, every 15 days. Plant height, number of leaves, root length, fresh and dry mass of shoot and root system were evaluated. According to results the use of the substrate Coconut + Peat Fiber rhizobacteria supplemented provides a higher growth of the pineapple plants, after 180 days of cultivation, thus being an alternative to reduce the period of acclimatization.

**Index terms:** *Ananas comosus*; acclimatization; micropropagation.

## Introdução

---

A cultura do abacaxizeiro está amplamente disseminada nos países de região tropical, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial (FAO 2016). No entanto, a produtividade ainda é baixa, devido à qualidade das mudas plantadas e ao manejo inadequado (Weber et al., 2003). Diante disso, a propagação de plantas *in vitro* tem sido uma boa opção para o aumento e a melhoria na produtividade da cultura do abacaxizeiro, uma vez que, a técnica possibilita a obtenção de mudas de qualidade (BALDOTTO et al., 2010).

Após a etapa *in vitro*, as plantas são submetidas à aclimatização, fase que ocorre *ex vitro*, fazendo-se necessária em função de simular as condições do campo. É considerada uma etapa crítica, podendo haver perda de vigor e morte por dessecação (Moreira et al., 2006). A taxa de mortalidade é alta e é uma fase longa, o que acarreta em um alto custo. A manutenção da alta umidade relativa dentro da casa de vegetação, as condições de sombreamento, o uso adequado de recipientes e substrato para plantio, estão entre os fatores que podem otimizar esse processo (BRAGA et al., 2011).

Diferentes estudos têm sido realizados visando à redução do período de aclimatização do abacaxizeiro e acelerar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, por meio da aplicação de reguladores de crescimento, emprego de diferentes substratos usados no enraizamento, uso de ácidos húmicos e suplementação com bactérias promotoras de crescimento vegetal (CATUNDA et al., 2008; MOREIRA et al., 2006, BALDOTTO et al., 2009; WEBER et al., 2003, et al., 2010).

Em relação ao substrato de cultivo, este deve possuir capacidade de reter umidade e não compactar excessivamente a terra, comprometendo a drenagem e a aeração radicular, além de disponibilizar nutrientes para as plantas. A escolha adequada do substrato pode reduzir a mortalidade das mudas e melhorar as condições nutricionais (SOUZA JÚNIOR et al., 2001; MOREIRA et al., 2006).

O uso de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas associadas a um substrato adequado já foi relacionada com maior rendimento na cultura, aumento na taxa de sobrevivência após o transplantio, tolerância a estresses bióticos e abióticos, e na melhoria das características fisiológicas (VESSEY, 2003).

Esses microrganismos podem sintetizar reguladores de crescimento vegetal, como o ácido indolacético (POLLI et al., 2012). Essa auxina atua como um mensageiro químico e exerce um papel fundamental no crescimento e no desenvolvimento das plantas (CASTRO; VIEIRA, 2001).

O uso de microrganismos vem sendo utilizado com sucesso em diferentes culturas. Kozusny-Andreani et al. (2012), trabalhando com mudas de Salsa (*Petroselinum crispum* Mill.) suplementadas com rizobactérias obtiveram 100 % de germinação, aumento de massa fresca de parte aérea e melhor desenvolvimento de raízes. Cunha et al. (2013) utilizaram isolados de rizobactérias com o intuito de otimizar o processo de produção de mudas de Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* DC.), e como resultado obtiveram um aumento na porcentagem de germinação das sementes e de massa seca do sistema radicular. Baldotto et al. (2010) fizeram a aplicação de estirpes de bactérias promotoras de crescimento em plantas abacaxizeiro 'BRS Vitória' em fase de aclimatização, e observaram aumento significativo de mais de 50 % no crescimento da planta e nas características nutricionais, como aumento no acúmulo de nutrientes nas folhas.

Considerando o exposto, o trabalho teve como objetivos verificar o crescimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro em fase de aclimatização em diferentes substratos comerciais suplementados com rizobactérias produtoras de ácido indolacético.

## Material e Métodos

---

Foram utilizados 200 isolados de rizobactérias pertencentes à coleção microbiológica do Laboratório de Microbiologia do Solo e Resíduos Orgânicos da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Estes foram submetidos a ensaios para detecção *in vitro* da capacidade de síntese de ácido indolacético (AIA) (CATTELLAN, 1999). O ensaio foi realizado em triplicata, selecionando-se o isolado em que se verificou a produção de AIA em pelo menos duas repetições.

Estudos relativos à produção de substâncias antimicrobianas entre os isolados selecionados no ensaio anterior foram realizados, vislumbrando a possibilidade do uso dos mesmos em combinações. Realizou-se o teste adaptado de Stonier (1960), em que quatro isolados foram incubados em

placa de Petri contendo meio nutriente ágar (NA) a 28 °C, por 24 horas. Decorrido esse intervalo, os isolados foram expostos a vapores de clorofórmio por 20 minutos. As colônias mortas foram cobertas com uma camada de meio NA semissólido contendo um quinto isolado. O ensaio foi montado em triplicata, e as placas foram inspecionadas diariamente por quatro dias, sendo que a presença de halo de inibição em qualquer das repetições foi considerada como inibição do crescimento, descartando a possibilidade de uso combinado dos isolados.

Para o ensaio de crescimento de plantas micropropagadas, utilizaram-se mudas de abacaxizeiro 'BRS Imperial' com cerca de 3 cm de altura, do quinto subcultivo em meio de cultura MS (Murashige & Skoog, 1962). As plantas foram transferidas para tubetes de 240 cm<sup>3</sup>, mantidas em telado com sombrite de 70 % e umidade relativa variando de 70 a 80 %.

Neste ensaio, os tratamentos propostos foram formulações de substratos sem autoclavagem: 1) Turfa; 2) Fibra de Coco; 3) Vivatto®; 4) Vivatto® + Fibra de Coco (1:1); 5) Fibra de Coco + Vermiculita (3:1); 6) Fibra de Coco + Turfa (1:1). Todos suplementados com combinados de três isolados de rizobactérias ajustados para 10<sup>8</sup> UFC . mL<sup>-1</sup>, diluído em água destilada esterilizada e na proporção de 0,1 mL, cm<sup>-3</sup> de substrato. As aplicações das rizobactérias tiveram início no dia do transplântio, com repetição quinzenal durante 180 dias. Para cada combinação de substrato, foi feito um tratamento controle que recebia somente adição de água. Foram feitas as avaliações morfométricas de altura da planta (cm), número de folhas, comprimento da raiz (cm), massa fresca (g) e massa seca (g) da parte aérea e do sistema radicular. Foram realizados três ensaios, com avaliação aos 60, 120 e 180 dias.

Além das variáveis avaliadas, foi calculado um índice de crescimento (IC) para cada substrato, englobando todas as variáveis. Para o cálculo, a média das repetições de cada variável do tratamento controle foi considerada como valor 100 e comparada com os demais tratamentos (SILVA et al., 2012).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 X 6 (ausência e presença de rizobactéria X seis substratos comerciais). Em cada intervalo, cinco repetições por tratamento, sendo que cada repetição continha três plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, pelo programa SAS (SAS INTITUTE, 2010).

## Resultados e Discussão

---

Vinte e seis dos duzentos isolados testados foram positivos para produção de AIA. Cinco deles apresentaram antagonismo recíproco e foram descartados para os ensaios em casa de vegetação. Dos vinte e um restantes, foram selecionados três por apresentarem os melhores resultados quanto à velocidade de crescimento em meio de cultura.

Após 60 dias de aclimatização, o tratamento com Fibra de Coco + Vivatto® com aplicação de bactérias foi superior (Tukey  $p < 0,01$ ) para seis das variáveis avaliadas, com exceção ao número de folhas, quando comparado ao controle do mesmo substrato sem a suplementação com rizobactérias. As variáveis massa seca e fresca estão entre as seis e são fatores de alta importância para a determinação do crescimento das plantas, bem como o comprimento da raiz, uma vez que quanto maior for ele, maior será a absorção de nutrientes e água pela planta (SALTON; TOMAZI, 2014). Embora com os resultados alcançados, seja possível verificar o efeito positivo que as rizobactérias tiveram nessa combinação de substratos, ainda é preliminar afirmar sobre um benefício efetivo para as mudas, sendo apenas um indicativo do que será observado ao longo das avaliações.

Já o tratamento com turfa parece não sofrer interferência quanto à adição dos isolados para qualquer das variáveis. O substrato de Fibra de Coco suplementado com rizobactérias foi superior apenas para a variável número de folhas, quando comparado ao controle. A composição Fibra de Coco + Vermiculita com aplicação das bactérias proporcionou um ganho na matéria fresca da parte aérea e raiz, bem como na massa seca da raiz, em relação às demais combinações (Tabela 1). O tratamento Fibra de Coco + Turfa com adição de rizobactérias somente promoveu incremento na variável comprimento de raiz quando comparado ao seu controle.

Quando analisamos os resultados entre os substratos testados para a variável altura de planta, o substrato Fibra + Turfa sem adição das bactérias apresentou o melhor desempenho. Já com a adição das bactérias não diferiu de Vivatto® e nem de Fibra + Vivatto®. Para as demais variáveis não houve grandes diferenças entre os substratos, mas na presença das bactérias há uma diminuição nas diferenças entre estes.

**Tabela 1.** Crescimento de plantas de abacaxizeiros (*A. comosus* var. *comosus*) cv. 'BRS Imperial' em diferentes substratos na presença e na ausência de rizobactérias após 60 dias de aclimatização.

Tratamentos	ALT		NF		CR	
	SB	CB	SB	CB	SB	CB
Turfa	5,12 cA	5,15 dA	12,25bcA	12,7bA	2,86dA	2,85 cA
Fibra de Coco	5,61 cA	5,53cdA	10,86 cB	15,86 aA	12,40abA	12,01abA
Vivatto®	7,83 bA	7,88abA	13,83abcA	15,00 aA	7,05 dB	9,43 bA
Fibra + Vivatto®	7,43 bB	8,66 aA	16,00 abA	15,57 aA	10,13bcB	13,57 aA
Fibra + Vermiculita	6,44bcA	7,00 bcA	15,14abcA	16,14 aA	13,78 aA	14,70 aA
Fibra + Turfa	9,34 aA	9,07 aA	17,14 aA	16,67 aA	9,36 bcB	12,25 aA
CV	12,23**		17,24**		18,80**	

  

Tratamentos	MFA		MSA	
	SB	CB	SB	CB
Turfa	0,67 Da	0,94cA	0,07dA	0,09cA
Fibra de Coco	1,38 cA	1,57bcA	0,11 cA	0,13bcA
Vivatto®	2,08 bA	2,51 abA	0,18bA	0,22abA
Fibra + Vivatto®	2,67 aB	3,68 aA	0,23 aB	0,30 aA
Fibra + Vermiculita	2,01 bB	3,10 aA	0,17 bB	0,27 aA
Fibra + Turfa	2,78 aA	3,26 aA	0,26 aA	0,30 aA
CV	30,18**		30,37**	

  

Tratamentos	MFR		MSR	
	SB	CB	SB	CB
Turfa	0,09aA	0,05cA	0,02aA	0,02bcA
Fibra de Coco	0,11aA	0,11bA	0,03aA	0,04 aA
Vivatto®	0,07aA	0,10bA	0,02aA	0,03 abA
Fibra + Vivatto®	0,08aB	0,13bA	0,02aB	0,05 aA
Fibra + Vermiculita	0,11aB	0,17aA	0,04aA	0,05 aA
Fibra + Turfa	0,07aA	0,07cA	0,03aA	0,03 abA
CV	48,03**		40,41**	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade. \*\*Altamente significativo com  $P < 0,01$ . SB = Sem bactéria CB = Com bactéria. ALT = altura da planta (cm); NF = número de folhas; CR = comprimento de raiz (cm); MFA = massa fresca da parte aérea (g); MSA = massa seca da parte aérea (g); MFR = massa fresca da raiz (g); MSR = massa seca da raiz (g).

Aos 120 dias de aclimatização (Tabela 2), o substrato Vivatto® com adição de rizobactérias mostrou-se superior, em relação ao controle, para as variáveis número de folhas, comprimento da raiz e matéria fresca e seca da parte aérea. A combinação de Fibra de Coco + Vermiculita com a adição de rizobactérias também apresentou resultados significativos para comprimento de raiz. Já a Fibra + Turfa, na presença das bactérias, proporcionou um aumento na massa fresca da parte aérea. Considerando a presença das rizobactérias, mudas cultivadas em Turfa apresentaram um desempenho ruim em todas as variáveis, embora algumas delas não tenha apresentado diferença significativa com outros tratamentos.

Após 180 dias de aclimatização (Tabela 3), no tratamento com Turfa, já havia ocorrido a morte total das plantas. Fibra de Coco + Vivatto® com aplicação das rizobactérias teve diferença significativa em relação ao seu controle para a variável massa seca da raiz, no entanto, para as demais, não houve diferença. O tratamento de Fibra de Coco + Turfa, com adição das rizobactérias, consolidou ainda mais o seu efeito, quando comparado ao seu controle, uma vez que também mostrou eficiência nas avaliações anteriores, bem como em relação aos demais tratamentos. Com a chegada do sexto mês de aclimatização, esse tratamento foi o que melhor promoveu o crescimento das plantas, aumentando o ganho de altura da planta, número de folhas, massa fresca da parte aérea, massa seca de parte aérea, massa fresca de raiz e massa seca de raiz.

O substrato Fibra de Coco + Turfa proporcionou os melhores resultados, seguido de Vivatto® e Fibra de Coco + Vivatto®, ambos com adição das bactérias, com base no maior número de variáveis que apresentaram ganho. Já a Turfa, quando testada isoladamente teve um efeito negativo, afetando a sobrevivência e o desenvolvimento das plantas. Isso pode ter ocorrido em função da baixa aeração do substrato, bem como pela baixa drenagem de água. Segundo Nascente et al. (2005), plantas de abacaxizeiro têm preferência por solos de textura média ou arenosa. A composição da Turfa pode ter sido a causa do baixo desenvolvimento do sistema radicular, conseqüentemente, diminuindo a capacidade de absorção de água e nutrientes.

**Tabela 2.** Crescimento de plantas de abacaxizeiros (*A. comosus* var. *comosus*) cv. 'BRS Imperial' em diferentes substratos na presença e na ausência de rizobactérias após 120 dias de aclimatização.

Tratamentos	ALT		NF		CR	
	SB	CB	SB	CB	SB	CB
Turfa	5,78bA	6,50 cA	7,83 bA	9,16 bA	1,30 cA	2,91 bA
Fibra de Coco	6,18 bA	6,22 cA	8,28 bA	10,57 bA	15,90 aA	14,10aA
Vivatto®	10,68aA	12,53 abA	11,40 abB	14,66 aA	9,38 bB	14,93 aA
Fibra + Vivatto®	10,34aA	9,96 bA	13,14 aA	13,00 abA	14,61 abA	16,61 aA
Fibra + Vermiculita	5,98 bA	6,35 cA	8,16 bA	9,66 bA	9,23 bB	14,38 aA
Fibra + Turfa	13,43aA	13,93 aA	14,50 aA	14,50 aA	15,53 abA	17,68 aA
CV	23,07**		20,67**		31,02**	

  

Tratamentos	MFA		MSA	
	SB	CB	SB	CB
Turfa	0,84 bA	1,59 cA	0,08 bA	0,17 cA
Fibra de Coco	1,45 bA	1,92 cA	0,12 bA	0,16 cA
Vivatto®	4,83abB	8,60 abA	0,39 bB	0,67 abA
Fibra + Vivatto®	4,28abA	4,93 bcA	0,35 bA	0,41 bcA
Fibra + Vermiculita	1,38 bA	2,03 cA	0,15 bA	0,17 cA
Fibra + Turfa	8,53 aB	11,55 aA	0,87 aA	0,99 aA
CV	60,70**		61,76**	

  

Tratamentos	MFR		MSR	
	SB	CB	SB	CB
Turfa	0,05 bA	0,07 cA	0,01 bA	0,02 bA
Fibra de Coco	0,08 abA	0,13 bcA	0,03 bA	0,03 bA
Vivatto®	0,14 abA	0,25 abA	0,04 abA	0,04 bA
Fibra + Vivatto®	0,12 abA	0,15 abcA	0,03 bA	0,05 bA
Fibra + Vermiculita	0,10 abA	0,11 bcA	0,04 abA	0,06 abA
Fibra + Turfa	0,25 abA	0,32 aA	0,09 aA	0,10 aA
CV	67,34**		66,55**	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 1 % de probabilidade. \*\*Altamente significativo com  $P < 0,01$ . SB = Sem bactéria CB = Com bactéria. ALT = altura da planta (cm); NF = número de folhas; CR = comprimento de raiz (cm); MFA = massa fresca da parte aérea (g); MSA = massa seca da parte aérea (g); MFR = massa fresca da raiz (g); MSR = massa seca da raiz (g).

**Tabela 3.** Crescimento de plantas de abacaxizeiros (*A. comosus* var. *comosus*) cv. 'BRS Imperial' em diferentes substratos na presença e ausência de rizobactérias após 180 dias de aclimatização.

Tratamentos	ALT		NF		CR	
	SB	CB	SB	CB	SB	CB
Turfa	-	-	-	-	-	-
Fibra de Coco	6,07 dA	7,12 dA	10,42 bA	11,71 cA	16,81 aA	17,30 bA
Vivatto®	15,10 aA	14,58 bA	17,60 aA	18,83 aA	17,50 aA	19,58 abA
Fibra + Vivatto®	12,13 bA	12,01 cA	16,50 aA	15,50 bA	15,71 aA	21,58 aA
Fibra + Vermiculita	8,66 cA	8,01 dA	11,16 bA	12,28 cA	18,05 aA	19,92 abA
Fibra+turfa	14,02 abB	18,20 aA	15,00 aB	18,50 aA	19,20 aA	20,58 abA
CV	11,80**		11,95**		14,12**	

  

Tratamentos	MFA		MSA	
	SB	CB	SB	CB
Turfa	-	-	-	-
Fibra de Coco	1,77 bA	2,59 bA	0,15 cA	0,22 cA
Vivatto®	17,55 Aa	21,17 aA	1,57 aA	1,91 bA
Fibra + Vivatto®	11,00 aA	9,45 cA	0,91 abA	0,83 cA
Fibra + Vermiculita	3,28 bA	3,38 cA	0,29 bcA	0,31 cA
Fibra+turfa	13,55 aB	29,68 aA	1,41 aB	2,95 aA
CV	42,49**		44,77**	

  

Tratamentos	MFR		MSR	
	SB	CB	SB	CB
Turfa	-	-	-	-
Fibra de Coco	0,06 bA	0,11dA	0,02 cA	0,04 cA
Vivatto®	0,59 aA	0,86 cA	0,17 abA	0,26 bA
Fibra + Vivatto®	0,34 abA	0,57 bcA	0,11 abcB	0,21 bA
Fibra + Vermiculita	0,16 abA	0,18 cdA	0,06 bcA	0,07 cA
Fibra+turfa	0,53 aB	1,57 aA	0,21 bA	0,51 aA
CV	55,79**		51,16**	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 1 % de probabilidade. \*\*Altamente significativo com  $P < 0,01$ . SB = Sem bactéria CB = Com bactéria. ALT = altura da planta (cm); NF = número de folhas; CR = comprimento de raiz (cm); MFA = massa fresca da parte aérea (g); MSA = massa seca da parte aérea (g); MFR = massa fresca da raiz (g); MSR = massa seca da raiz (g).

Resultados semelhantes foram descritos por Menezes et al. (2000), ao utilizar Turfa. Os autores verificaram que a baixa aeração prejudicou o desenvolvimento do sistema radicular, acarretando uma menor massa seca e, posteriormente, um comprometimento da parte aérea.

Apesar da Fibra de Coco ser um substrato bastante utilizado na produção de mudas de abacaxizeiro, verificou-se que ele proporcionou baixo desenvolvimento das plantas quando comparado com os demais substratos testados. Esse resultado também foi semelhante para a mistura de Fibra de Coco + Vermiculita.

Já o tratamento com Vivatto® e a combinação de Fibra de Coco + Vivatto® proporcionaram resultados satisfatórios, uma vez que houve ganhos nas variáveis analisadas, tanto na presença quanto na ausência das rizobactérias, ambos com valores semelhantes. Cunha Filho et al. (2008) verificaram que plantas de abacaxizeiro ornamental advindas do cultivo *in vitro* tinham um bom desenvolvimento quando cultivadas nos substratos Plantmax® e Fibra de Coco. Já Moreira et al. (2006) não obtiveram bons resultados com o substrato Plantmax® quando utilizado isoladamente, mas quando misturado ao esterco, obtiveram-se resultados que apresentam aumento nas variáveis analisadas para a planta, mostrando-se satisfatórios.

Considerando as oito variáveis avaliadas, aos 180 dias, a combinação de Fibra + Turfa suplementado com rizobactérias foi a que proporcionou o melhor desempenho para a planta, diferindo significativamente em seis delas frente ao seu controle e em quatro delas frente aos demais tratamentos. Além da presença das bactérias, a mistura do substrato proporciona boas aeração, drenagem e grande quantidade de matéria orgânica proveniente da Turfa disponíveis para a muda. Pio et al. (2005) citaram que a Fibra de Coco proporcionou melhor enraizamento em estacas de herbácea de figueira (*Ficus carica* L.), em função de apresentarem cerca de 50% de aeração. Segundo Lamim et al. (2001), a Turfa seca tem cerca de 60% de matéria orgânica. Essa combinação possivelmente favoreceu as plantas de forma bastante positiva. De acordo com esses trabalhos, pode explicar ainda o bom desempenho do substrato quanto ao crescimento das mudas, sem a adição das rizobactérias.

Moreira et al. (2006) observaram que, para mudas de abacaxizeiro 'Pérola', tratamentos que continham composto orgânico e esterco proporcionaram um

maior incremento de parte aérea e sistema radicular. Quando comparados ao uso do substrato comercial Plantmax® sem incremento de matéria orgânica, houve um desenvolvimento muito baixo. Baldotto et al. (2009), avaliando plantas de abacaxizeiro Vitoria, tiveram ganhos no crescimento de parte aérea e de raiz, quando cultivados com ácidos húmicos.

Nos tratamentos com a presença das rizobactérias, houve um incremento significativo para algumas variáveis analisadas. Weber et al. (2003), utilizando bactérias diazotróficas em casa de vegetação conseguiram, com a aplicação dos microrganismos, uma redução no tempo de aclimatização em cerca de 40 dias. A partir desse ponto, embora não tendo sido feita uma comparação quanto ao tempo, no ensaio, e considerando os resultados obtidos quanto ao crescimento das plantas, não se descarta a possibilidade do uso das rizobactérias avaliadas para a redução do tempo de produção das mudas. Assim, podem vir a ser destinadas à aplicação em larga escala por meio de formulados de bioprodutos.

Um fato observado, e não esperado, ocorreu com relação ao comprimento da raiz, local onde efetivamente as rizobactérias agiriam, e onde foram feitas aplicações até o final do experimento. Na primeira avaliação, houve diferenças significativas para essa variável entre três tratamentos: Fibra de Coco + Vivatto®, Vivatto®, e Fibra de Coco + Turfa. Já na segunda avaliação esse número caiu para dois tratamentos: Vivatto® e Fibra de Coco + Vermiculita e na terceira avaliação já não se verificaram diferenças com os controles, onde não houve aplicação das rizobactérias. Segundo Dobbelaere et al. (1999), uma das respostas da planta ao ser feita a aplicação com microrganismos produtores de AIA é o crescimento das raízes. No entanto, Bashan; Holguin (1997) afirmam que somente esse mecanismo de ação não seria capaz de explicar o crescimento da planta, sendo que este é resultado da ação de vários mecanismos atuando em conjunto. Ainda assim, em situações de indisponibilidade de diferentes tipos de substratos, há que se considerar o uso daqueles que respondam bem quanto ao crescimento das plantas, quando suplementados com rizobactérias.

De acordo com o índice de crescimento (Tabela 4), foi possível observar que, com 60 dias de aclimatização, a presença das rizobactérias proporcionou efeitos positivos nas plantas no tratamento Fibra de Coco + Vivatto®, quando comparado ao controle. Após 120 dias, verificou-se diferença no índice somente para o tratamento composto por Turfa. E, aos 180 dias, os tratamentos Fibra de Coco, Fibra de Coco + Vivatto®, Fibra de

Coco + Vermiculita e Fibra de Coco + Turfa, com adição das rizobactérias, proporcionaram os melhores resultados.

Já quando avaliados entre os tratamentos Fibra + Turfa com a adição das bactérias, foi o tratamento que melhor resultado obteve. Tais dados podem vir a ser um indicativo para a redução do período de aclimatização.

A combinação de Fibra + Turfa foi o substrato que proporcionou um melhor desenvolvimento das mudas de abacaxizeiro em fase de aclimatização, efeito significativamente potencializado pela suplementação com rizobactérias.

A relação do tipo de substrato e da aplicação de bactérias também foi constatado por Weber et al. (2003), em que o substrato formulado com a mistura de casca de arroz carbonizada, vermiculita e vermicomposto, constituiu a melhor alternativa para aclimatização de mudas micropropagadas do abacaxizeiro, quando comparada aos demais substratos testados.

A aplicação de rizobactérias teve um efeito positivo sobre as plantas de 'BRS Imperial', demonstrando o grande potencial desses microrganismos para a redução dos longos períodos de aclimatização exigidos pela espécie. A combinação desses isolados em Fibra de Coco + Turfa foi a alternativa mais viável para o plantio, visto que promoveu o crescimento das plantas.

Esses resultados servem de subsídios para novos estudos na etapa de aclimatização de plantas de abacaxizeiro, visando otimizar o processo de produção de mudas, vista a grande importância econômica da cultura.

**Tabela 4.** Índice de crescimento das plantas de abacaxizeiro cv. 'BRS Imperial' em diferentes substratos na presença e ausência de rizobactérias aos 60, 120 e 180 dias após plantio.

Tratamentos	60 dias		120 dias		180 dias	
	SB	CB	SB	CB	SB	CB
Turfa	700 aA	726 bA	700 aB	1.151 aA	-	-
Fibra de Coco	700 aA	777 abA	700 aA	874 aA	700 aB	990 bA
Vivatto®	700 bA	916 abA	700 aA	1.068 aA	700 aA	854 bcA
Fibra + Vivatto®	700 aB	974 aA	700 aA	817 aA	700 aB	871 bcA
Fibra + Vermiculita	700 bA	934 abA	700 aA	860 aA	700 aB	739 cA
Fibra + Turfa	700 aA	754 abA	700 aA	811 aA	700 aB	1.333 aA
CV (%)	17,46**		43,28**		17,28**	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. SB = Sem bactéria; CB = Com bactéria.

## Conclusões

---

A combinação de Fibra de Coco + Turfa proporciona um melhor desempenho da planta, sendo o mais indicado para cultivo de mudas micropropagadas de abacaxizeiros.

Os substratos Vivatto® e a combinação Fibra + Vivatto® são alternativas de uso, em caso de indisponibilidade dos materiais inicialmente propostos.

Rizobactérias produtoras de ácido indolacético promovem o crescimento de mudas de abacaxizeiro em cultivo *ex vitro*, quando reaplicadas ao longo do tempo.

## Referências

---

- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; GIRO, V. B.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; SMITH, R. B. Desempenho do abacaxizeiro 'vitória' em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 979-990, 2009.
- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; OLIVARES, F. L.; VIANA, A. P.; SMITH, R. B. Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro cultivar vitória durante a aclimação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p.349-360, 2010.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. *Azospirillum*-plant relationships: Environmental and physiological advances (1990-1996). **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, n. 43, p. 103-121, 1997.
- BRAGA, F. T.; PASQUAL, M.; CASTRO, E. M.; RAFAEL, G. C.; FAVERO, A. C.; VALENTE, T. C. T. Alterações morfofisiológicas de plantas de abacaxizeiro influenciadas por diferentes substratos durante o processo de aclimação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 863-868, 2011.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 132p, 2001.
- CATTELAN, A. J. **Métodos qualitativos para determinação de características bioquímicas e fisiológicas associadas com bactérias promotoras do crescimento vegetal**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 139).
- CATUNDA, P. E. A.; MARINHO, C. S.; GOMES, M. M. A.; CARVALHO, A. J. C. Brassinosteróide e substratos na aclimação do abacaxizeiro 'Imperial'. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, p. 345-352, 2008.
- CUNHA FILHO, F. N.; TORRES, A. C.; CHARCHAR, J. M. Avaliação de substratos na produção de mudas do abacaxizeiro ornamental [*Ananas comosus* (L.) Merr. Var. *bracteatus* (lindl.) Coppins & f. Leal] em condições de casa de vegetação. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 70-75, 2008.
- CUNHA, J. F.; ALFENAS, A. C.; SILVA, A. G.; BRANDÃO, I. J.; Potencial de rizobactérias no crescimento de mudas de sibipiruna (*caesalpinia peltophoroides* benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.2, p.211-218, 2013.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; BROEK, A. V.; VANDERLEYDEN, J. Phytostimulatory effect of *Azospirillum brasilense* wild type and mutant strains altered in IAA production on wheat. **Plant Soil, Crawley**, n. 212, p. 155-164, 1999.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e agricultura. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

KOZUSNY-ANDREANI, D. I.; ANDREANI JUNIOR, R.; COELHO, O. M. Efeito de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas no desenvolvimento de mudas de salsa. **Revista Cultivando o saber**, Cascavel, v.5, n.4, p. 203-212, 2012.

LAMIM, A. P. B.; JORDÃO, C. P.; PEREIRA, J. L.; BELLATO, C. R. Caracterização química e física de turfa litorânea e avaliação da adsorção competitiva por cobre e zinco. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 18-23, 2001.

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

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco cultures. **Plant Physiology**, v. 15, p. 473-497, 1962.

PIO, R.; ARAÚJO, J. P. C.; BASTOS, D. C.; ALVES, A. S. R.; ENTELMANN, F. A.; FILHO, J. A. S.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de figueira oriundas da desbrota. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 604-609, 2005.

POLLI, A.; NEVES, A. F.; GALO, F. R.; GAZARINI, J.; RHODEN, S. A.; PAMPHILE, J. A. Aspectos da interação dos microrganismos endofíticos com plantas hospedeiras e sua aplicação no controle biológico de pragas na agricultura. **Revista de Saúde e Biologia**, Campo Morão, v.7, n.2, p.82-89, 2012.

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 198).

SAS INSTITUTE INC. **SAS/Stat user's guide**: statistics. Version 9.1. 3. ed. Cary, NC, 2004.

SILVA, W. C. da (Ed.). **Sistema de produção para a cultura do abacaxi no Estado de Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2007. 35 p. (Embrapa Rondônia. Sistema de Produção, 27). Demais autores desta publicação: Alaerto Luiz Marcolan; Cléber de Freitas Fernandes; José Edny de Lima Ramos; José Nilton Medeiros Costa; José Roberto Vieira Júnior; Samuel José de Magalhães Oliveira.

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

SILVA, H. S. A.; TOZZI, J. P. L.; TERRASAN, C. R. F.; BETTIOL, W. Endofitic microorganisms from coffee tissues as plant growth promoters and biocontrol agents of coffee leaf rust. **Biological Control**, v. 63, p. 62-67, 2012.

STONIER, T. *Agrobacterium tumefaciens* Conn. II. Production of an antibiotic substance. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 79, p. 889-898, 1960.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant Soil**, Crawley, v. 255, p. 571-586, 2003.

WEBER, O. B.; CORREIA, D.; SILVEIRA, M. R. S.; CRISÓSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, E. M.; SÁ, E. G. Efeito da bactéria diazotrófica em mudas micropropagadas de abacaxizeiros Cayenne Champac em diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.6, p. 689-696, 2003.



**Embrapa**

*Mandioca e Fruticultura*

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**



CGPE 14426