

Desenvolvimento de mudas de açazeiro em função da inoculação com microrganismos promotores de crescimento

Development of açai palm seedlings as a function of inoculation with growth-promoting microorganisms

Ivanilson Ferreira Leite¹, Mateus Ferreira Leão¹, Willen Ramos Santiago²

RESUMO: O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart., Arecaeae), palmeira nativa da bacia amazônica, expressa problemas associados ao seu desenvolvimento inicial, como germinação desuniforme e crescimento vagaroso. O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento biométrico inicial de mudas de açazeiro em função da inoculação, ou co-inoculação, com microrganismos promotores de crescimento vegetal. O experimento foi realizado em viveiro e os tratamentos consistiram na inoculação, ou co-inoculação, das mudas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus* sp. e *Gigaspora* sp.), bactérias diazotróficas (*Azospirillum brasilense*) e microrganismos benéficos[®], aplicados na rizosfera das mudas. Aos 90 dias após a semeadura, não houve diferenças estatísticas entre tratamentos para nenhuma das variáveis individualmente. Contudo, a análise de agrupamentos hierárquicos revelou a existência de quatro *clusters*. Houve uma tendência de a altura da parte aérea (25,0 cm), altura de inserção da folha (12,0 cm) e comprimento de raízes (12,1 cm) serem ligeiramente menores nas mudas não inoculadas (*cluster* 1). A inoculação de fungos micorrízicos tendeu a promover o melhor desenvolvimento das mudas, constatado especialmente pelo comprimento de raízes (18,3 cm), porém formando um *cluster* com bactérias diazotróficas (*cluster* 4). Por outro lado, a co-inoculação de micorrizas e bactérias diazotróficas tendeu a proporcionar as menores médias, especialmente para massa seca da parte aérea (0,20 mg) (*cluster* 3). O mix de microrganismos benéficos[®], isoladamente ou co-inoculados, formaram sempre um único *cluster* (*cluster* 2). A inoculação das mudas de açazeiro afeta seu desenvolvimento inicial, porém em um período de 90 dias não proporciona crescimento e desenvolvimento significativos.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*. *Glomus*. *Gigaspora*. Micorriza.

ABSTRACT: Açai (*Euterpe oleracea* Mart., Arecaeae), a palm tree native to the Amazon basin, faces problems associated with its initial development, such as uneven germination and slow growth. The objective of this study was to evaluate the initial biometric development of açai palm seedlings as a function of inoculation, or co-inoculation, with plant growth-promoting microorganisms. The experiment was carried out in a nursery and the treatments consisted of inoculation, or co-inoculation, of seedlings with arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus* sp. and *Gigaspora* sp.), diazotrophic bacteria (*Azospirillum brasilense*) and beneficial microorganisms[®], applied in the rhizosphere of the seedlings. At 90 days after sowing, there were no statistical differences between treatments for any of the individual variables. However, hierarchical cluster analysis revealed the existence of four clusters. Shoot height (25.0 cm), leaf insertion height (12.0 cm) and root length (12.1 cm) tended to be slightly lower in non-inoculated seedlings (*cluster* 1). Inoculation of mycorrhizal fungi tended to promote the best development of seedlings, especially verified through root length (18.3 cm), but forming a cluster with diazotrophic bacteria (*cluster* 4). On the other hand, co-inoculation of mycorrhizae and diazotrophic bacteria tended to result in the lowest means, especially for shoot dry mass (0.20 mg) (*cluster* 3). The mix of beneficial microorganisms[®], alone or co-inoculated, always formed a single cluster (*cluster* 2). Inoculation of açai palm seedlings affects their initial development, but does not promote significant growth and development in a period of 90 days.

Keywords: *Azospirillum brasilense*. *Glomus*. *Gigaspora*. Mycorrhiza.

¹ Bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Brasil.

² Engenheiro agrônomo. Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

Professor do quadro permanente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Brasil.

Autor correspondente: Willen Ramos Santiago
E-mail: willen.santiago@ifpa.edu.br

Recebido em: 02/05/2022
Aceito em: 19/01/2023

INTRODUÇÃO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea*, Arecaceae) é uma palmeira nativa da bacia amazônica, de elevada importância econômica e social para as populações humanas do norte do Brasil (Rodrigues; Ribeiro; Silva, 2015). Seus frutos possuem alta qualidade nutricional e benefícios à saúde, atribuídos aos seus altos teores de lipídeos, proteínas, fibras, minerais e compostos antioxidantes, entre eles as antocianinas e os carotenoides (Cedrim; Barros; Nascimento, 2018; Santos, 2019).

A região norte do Brasil responde por mais de 98% da produção nacional de açaí (Sedap, 2019). Somente o estado do Pará é responsável por 94% da produção brasileira (1.398 mil toneladas), sendo, portanto, o maior produtor e maior exportador mundial de frutos de açaí (Sedap, 2019; Conab, 2020).

A demanda nacional e internacional por frutos de açaí tem provocado uma expansão acelerada do cultivo de açaizeiro em áreas de terra firme no estado do Pará (Farias-Neto *et al.*, 2011; Rodrigues; Ribeiro; Silva, 2015). Por conseguinte, a expansão das áreas cultivadas com essa palmeira frutífera tem ocasionado maior procura dos agricultores locais quanto à produção comercial de mudas (Carvalho, 2016).

A multiplicação do açaizeiro pode ser realizada tanto por sementes quanto assexuadamente, por meio do perfilhamento das plantas adultas. Contudo, a multiplicação por sementes tem sido a opção mais viável comercialmente para produção de mudas, pois além da facilidade de obtenção, pode-se extrair mais de seis mil sementes por ano de uma única matriz (Nascimento; Carvalho; Oliveira, 2011; Carvalho; Nascimento, 2018).

O açaizeiro enfrenta alguns problemas em seu desenvolvimento inicial, como sementes recalcitrantes, germinação desuniforme (60 dias para germinação completa do lote), crescimento vagaroso de plântulas (seis a oito meses para o plantio em campo), sensibilidade à deficiência de água e susceptibilidade a antracnose (Nascimento; Carvalho; Oliveira, 2011; Castro *et al.*, 2016; Silvestre *et al.*, 2016; Silvestre *et al.*, 2017; Carvalho; Nascimento, 2018). Juntos, estes fatores acabam por limitar a oferta de mudas de açaizeiro em viveiros comerciais.

Uma tecnologia possível, porém, ainda pouco avaliada, para produção de mudas de açaizeiro é a inoculação com microrganismos promotores de crescimento de plantas (Castro *et al.*, 2019a). Populações microbianas, quando adicionadas artificialmente à rizosfera, podem desempenhar funções similares às populações nativas do solo, como associação mutualista com plantas (Souza *et al.*, 2017), produção de substâncias estimuladoras do crescimento vegetal (Donate-Correa *et al.*, 2004), aumento da capacidade de absorção das raízes (Singh; Pandey; Sing, 2011), decomposição de resíduos orgânicos (CAPUANI *et al.*, 2012), solubilização de nutrientes (Majeed *et al.*, 2015), tolerância a doenças e condições adversas (Castro *et al.*, 2019ab).

No estudo de Chu (1999), evidenciou-se que a inoculação de fungos micorrízicos em mudas de açaizeiro resultou em ganhos de crescimento e aumento da absorção de nutrientes. Castro *et al.* (2019ab) observou que a inoculação de mudas de açaizeiro com rizobactérias, além de acelerar o crescimento, contribuiu para maior tolerância ao déficit hídrico e maior resistência a antracnose. Em outras espécies do gênero *Euterpe*, como a palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.) também tem sido constatado benefícios quanto ao crescimento, síntese metabólica e absorção de nutrientes (Sgrott *et al.*, 2012; Moreira *et al.*, 2016; Almeida, 2019).

Mediante este contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento biométrico inicial de mudas de açaizeiro em função da inoculação, ou co-inoculação, com microrganismos promotores de crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO

A pesquisa foi realizada no viveiro de produção de mudas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Castanhal, situado às margens da Rodovia BR 316, km 61, no município de Castanhal-PA, região metropolitana de Belém, sob as seguintes coordenadas geográficas: 1° 17' 42" de Latitude Sul e 47° 55' 00" de Longitude WGr, a uma altitude de 50m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Am, tropical chuvoso (úmido). Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a temperatura média durante a realização do experimento foi de 26,3 °C, com uma umidade relativa do ar de 80,5 % e precipitação acumulada de 248,4 mm.

O experimento foi realizado no período entre 26 de agosto a 26 de novembro de 2019, utilizando-se sementes de açaizeiros nativos, provenientes de áreas de várzea, de municípios circunvizinhos à Castanhal. Para a produção de mudas, utilizaram-se sacos de polietileno com capacidade de 2 kg, o qual foi padrão para todas as unidades experimentais.

O substrato utilizado para a condução do experimento consistiu em solo de capoeira (Tabela 1), coletado manualmente na profundidade 0-20 cm, com uso de enxada, na área pertencente ao IFPA Campus Castanhal e analisado conforme Embrapa (2007). O substrato foi acondicionado nos sacos de polietileno, não se realizando adubação durante todo o experimento, seja mineral ou orgânica.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo (0-20 cm) utilizado para o plantio de mudas de açaizeiro

Areia	Silte	Argila	pH _{água}	P	K	Na	Ca	Mg	Al
----- (g/kg) -----				----- (mg/dm ³) -----			---- (cmol/dm ³) ----		
352	266	30	6,6	9,3	10,1	5,3	9,7	2,7	0,0

pH: potencial de hidrogênio, P: fósforo, K: potássio, Na: sódio, Ca: cálcio, Mg: magnésio, Al: alumínio

2.2 PREPARO E SEMEIO DAS SEMENTES

Antes do semeio, os frutos foram lavados em água corrente e em seguida foram imersos em água morna (entre 60 e 80 °C) por cerca de 30 minutos, para amolecimento e retirada do pericarpo (despolpamento), realizada mecanicamente em despoldadeira elétrica (110 V) de cilindro vertical, de aço inoxidável. Posteriormente, as sementes obtidas após o despoldamento foram novamente lavadas em água corrente, para retirada de excesso de resíduos vegetais, especialmente fibras.

O preparo e manejo das mudas foram realizados conforme Oliveira, Carvalho e Nascimento (2002). O semeio foi realizado em agosto de 2019, sendo duas sementes por saco de polietileno, contendo o substrato, e mantidas em viveiro com cobertura de sombrite de 50%, durante todo o experimento. Após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste, deixando-se uma plântula por unidade experimental.

Quanto à irrigação, as mudas de açaizeiro necessitam ser mantidas úmidas durante todo o período de formação, portanto as irrigações foram realizadas diariamente com uso de regador manual e nos dias chuvosos a mesma era suspensa. As capinas das plantas

espontâneas provenientes do banco de sementes existentes no substrato eram retiradas manualmente sempre que necessário.

Após a emergência das plântulas foram testadas, isoladamente ou em combinação, formulações de fungos micorrízicos, bactérias de vida livre fixadoras de nitrogênio atmosférico e bioestimulante microbiológico contendo um mix de espécies de microrganismos benéficos, conforme descrição na Tabela 2:

Tabela 2. Tratamento das mudas de açaizeiro após a emergência das plântulas

Tratamentos (T)	Descrição
Testemunha (T1)	As mudas não receberam nenhum tratamento microbiológico.
Micorriza (T2)	Fungos micorrízicos: <i>Glomus intraradices</i> (40%), <i>Glomus mosseae</i> (30%), <i>Glomus macrocarpum</i> (10%), <i>Gigaspora margarita</i> (10%) e <i>Gigaspora rósea</i> (10%).
Mix (T3)	Bioestimulante comercial, contendo um mix de microrganismos eficientes, composto por micorrizas, leveduras, actinomicetos, lactobacilos e bactérias fotossintetizantes.
FBN (T4)	Inoculante fixador de nitrogênio no solo, composto unicamente pela bactéria <i>Azospirillum brasiliense</i> (bactéria de vida livre fixadoras de nitrogênio).
Micorriza + Mix (T5)	Tratamento com fungos micorrízicos (T2) juntamente com bioestimulante comercial (T3).
Micorriza + FBN (T6)	Tratamento com fungos micorrízicos (T2) juntamente com inoculante fixador de nitrogênio no solo (T4).
Mix + FBN (T7)	Tratamento com bioestimulante comercial (T3) juntamente com inoculante fixador de nitrogênio no solo (T4).
Mix + Mic + FBN (T8)	Tratamento com bioestimulante comercial (T3) juntamente com fungos micorrízicos (T2) e inoculante fixador de nitrogênio no solo (T4).

Os inoculantes foram fornecidos por empresa de pesquisa especializada. Para inoculação das mudas foram preparadas soluções a partir de suspensões dos microrganismos, conforme recomendações da empresa. As inoculações foram realizadas aos 30 dias após semeadura, para que pudessem interagir com o solo e com as raízes (Castro *et al.*, 2019a), e a segunda aplicação aos 60 dias para a reposição.

A quantificação das variáveis de crescimento e desenvolvimento das mudas foi realizada em três momentos durante o experimento, ou seja, aos 30, 60 e 90 dias após o semeio. Na primeira e segunda mensuração foram avaliadas as variáveis altura da parte aérea e diâmetro do coleto, utilizando-se régua graduada e paquímetro digital, respectivamente. Na terceira mensuração, além das variáveis anteriores, foram avaliadas também: altura de inserção da folha, comprimento da folha e comprimento da raiz (mensurados com régua graduada) e matéria seca da parte aérea. Para avaliar a matéria seca, a parte aérea de cada planta foi cortada com estilete e acondicionada em saco de papel e dispostas em estufa de

circulação de ar forçada por 72 h, em temperatura constante de 65° C, e posteriormente pesadas em balança analítica de precisão.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito tratamentos (inoculações ou co-inoculações) e dez repetições, sendo cada muda de açazeiro uma unidade experimental. Quanto às variáveis mensuradas, preliminarmente, testou-se a normalidade e a igualdade de variâncias das médias, pelos testes de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,01$) e Levene ($p > 0,01$), respectivamente. Para analisar o desenvolvimento das mudas (altura e diâmetro) em função do período de realização do experimento, realizou-se análise de variância (Anova, $p < 0,05$) de regressão polinomial (linear ou quadrática), adotando-se o modelo com maior coeficiente de determinação. Para checar o efeito da inoculação, aos 90 dias, realizou-se análise de variância (Anova, $p < 0,05$), e as diferenças entre médias constatadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Realizou-se também análise integrada do experimento, considerando-se todas as variáveis. Para isso, foi feita análise de agrupamentos pelo método hierárquico. Preliminarmente, testaram-se seis métodos de ligação (média, centroide, mediana, completa, simples e Ward) e três medidas de distância (euclidiana, euclidiana quadrada e Manhattan), não havendo alterações significativas tanto no número de *clusters* quanto nos componentes dos mesmos, indicando existência real de grupos de similaridade/dissimilaridade no experimento. Logo, optou-se pelo método de ligação completa e a medida de distância euclidiana. A linha de corte do dendograma foi realizada no ponto coincidente com a média da distância de todos os componentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento das mudas de açazeiro, em diâmetro e altura, em função dos dias após o semeio (Figura 1), foi sempre de acordo com um modelo quadrático, com níveis de significância menores que 1%, e coeficientes de determinação sempre acima de 80%, com exceção sob o tratamento Micorriza + Mix + FBN, cujo valor foi de 65% (Tabela 2).

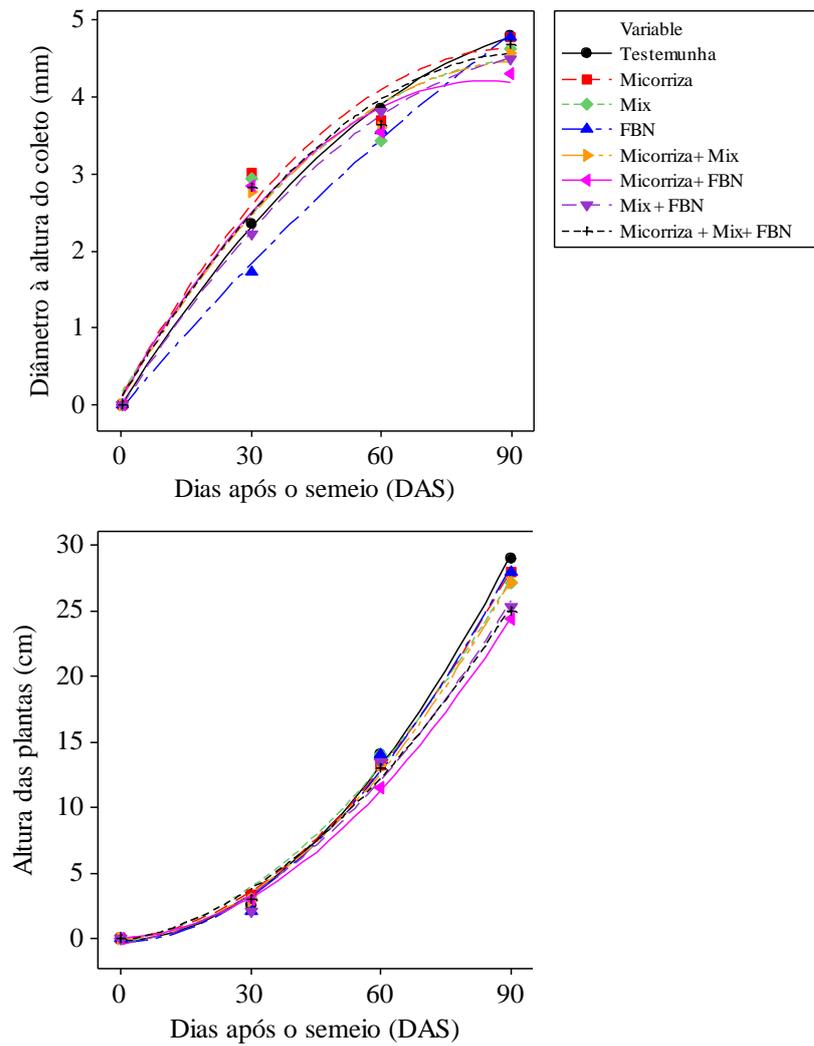


Figura 1. Diâmetro e altura da parte aérea de plantas de açazeiro em função dos dias após o semeio. FBN: bactérias fixadoras de nitrogênio; Mix: inoculante comercial contendo uma miscelânea de microrganismos benéficos.

Tabela 3. Equações de regressão, coeficientes de determinação, testes F e valores *p*, para altura da parte aérea e diâmetro a altura do coleto de plantas de açaizeiro em função dos dias após o semeio

Tratamento	Equação	R ²	F	<i>p</i>
Diâmetro a Altura do Coleto				
Testemunha	$y = 0,0150 + 0,0885x - 0,000394x^2$	93%	258,9	< 0,001
Micorriza	$y = 0,139 + 0,0972x - 0,000514 x^2$	93%	242,0	< 0,001
Mix	$y = 0,160 + 0,0915x - 0,000483x^2$	93%	228,3	< 0,001
Bactérias FBN	$y = - 0,0355 + 0,0666x - 0,000142x^2$	84%	92,1	< 0,001
Micorriza + Mix	$y = 0,103 + 0,0937x - 0,000503x^2$	93%	249,6	< 0,001
Micorriza + FBN	$y = 0,110 + 0,0972x - 0,000575x^2$	95%	348,5	< 0,001
Mix + FBN	$y = - 0,0170 + 0,0888x - 0,000428x^2$	87%	120,4	< 0,001
Micorriza + Mix + FBN	$y = 0,113 + 0,0941x - 0,000494x^2$	65%	34,5	< 0,001
Altura da Parte Aérea				
Testemunha	$y = -0,279 + 0,0155x + 0,00348x^2$	93%	243,5	< 0,001
Micorriza	$y = -0,0935 + 0,0267x + 0,00316x^2$	97%	526,7	< 0,001
Mix	$y = -0,287 + 0,0549x + 0,00280x^2$	96%	469,9	< 0,001
Bactérias FBN	$y = -0,386 + 0,0176 x + 0,00335x^2$	97%	594,0	< 0,001
Micorriza + Mix	$y = -0,211 + 0,0283x + 0,00308x^2$	96%	406,7	< 0,001
Micorriza + FBN	$y = -0,0665 + 0,0218x + 0,00279x^2$	96%	433,8	< 0,001
Mix + FBN	$y = -0,441 + 0,0411x + 0,00278x^2$	94%	303,4	< 0,001
Micorriza + Mix + FBN	$y = -0,185 + 0,0380x + 0,00288x^2$	96%	447,0	< 0,001

FBN: bactérias fixadoras de nitrogênio; Mix: inoculante comercial contendo uma miscelânea de microrganismos benéficos.

Em geral, a altura média da parte aérea das plantas foi ligeiramente superior aos valores obtidos por Silvestre *et al.* (2016), para quatro variedades de açaizeiro (provenientes de diferentes localidades do leste da Amazônia), cujos valores médios foram em torno de 10 a 20 cm, em 90 dias de avaliação. O açaizeiro por ser uma espécie ainda em processo de domesticação pode expressar elevada variabilidade, mesmo dentro de uma mesma população de plantas.

Quanto ao diâmetro, os valores obtidos por Silvestre *et al.* (2016), em sua maior parte, foram semelhantes ao deste estudo, sendo, em sua maioria, por volta de 4 a 5mm. Contudo, Silvestre *et al.* (2016), obteve valores de diâmetro próximos de 10 mm, quando o regime hídrico do solo foi de 130% da capacidade de campo, evidenciando que essa variável pode ser fortemente influenciada pelo suprimento de água do solo.

Analisando-se individualmente cada uma das variáveis biométricas, aos 90 dias após o semeio, não foram obtidas diferenças estatísticas entre as mudas inoculadas, ou co-inoculadas, e o tratamento controle para nenhuma das variáveis (Tabela 3). Contudo, mesmo não havendo diferenças estatísticas a análise integrada revelou a existência de quatro *clusters* (Figura 2).

Tabela 3. Diâmetro do coleto (DC), altura da parte aérea (H), altura de inserção da folha (AIF), comprimento de folha (CF), comprimento de raiz (CR), e massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de açaizeiro em função da inoculação/co-inoculação com microrganismos benéficos

Tratamentos (T)	DC (mm)	H (cm)	AIF (cm)	CF (cm)	CR (cm)	MSPA (mg)
Testemunha (T1)	5,1 (0,7) a	25,0 (4,0) a	12,0 (3,0) a	13,0 (1,2) a	12,1 (4,4) a	0,31 (0,09) a
Micorriza (T2)	4,9 (0,6) a	27,8 (3,5) a	14,0 (3,0) a	13,8 (0,9) a	18,3 (5,6) a	0,30 (0,08) a
Mix (T3)	4,6 (0,4) a	27,0 (3,4) a	13,7 (2,5) a	13,4 (1,5) a	14,7 (5,0) a	0,31 (0,90) a
FBN (T4)	4,8 (0,6) a	28,0 (2,0) a	13,9 (1,9) a	14,0 (0,7) a	15,9 (5,2) a	0,30 (0,08) a
Micorriza + Mix (T5)	4,6 (0,5) a	27,1 (4,1) a	13,8 (3,0) a	13,3 (1,5) a	14,0 (3,3) a	0,31 (0,10) a
Micorriza + FBN (T6)	4,3 (0,4) a	24,4 (3,0) a	11,5 (2,7) a	13,0 (0,7) a	14,2 (3,1) a	0,20 (0,23) a
Mix + FBN (T7)	4,5 (0,6) a	25,3 (3,7) a	11,9 (3,2) a	13,4 (1,0) a	14,6 (3,6) a	0,32 (0,23) a
Mix + Mic + FBN (T8)	4,7 (0,4) a	26,4 (3,5) a	13,2 (2,6) a	13,2 (1,7) a	14,6 (4,8) a	0,30 (0,09) a

FBN: bactérias fixadoras de nitrogênio; Mix: inoculante comercial contendo uma miscelânea de microrganismos benéficos. Mic: micorriza. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

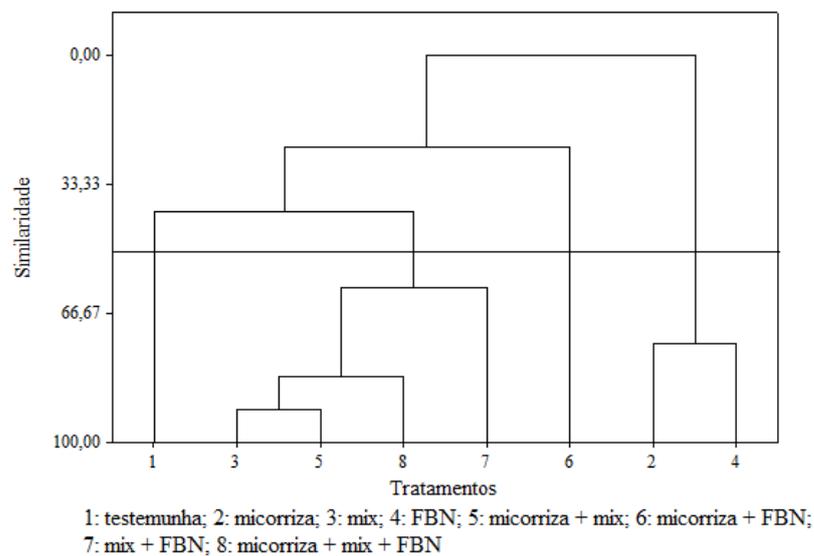


Figura 2. Dendrograma de similaridade dos tratamentos de mudas de açaizeiro com inoculantes microbiológicos.

Houve uma tendência de a altura da parte aérea (H), a altura de inserção da folha (AIF) e o comprimento de raízes (CR) serem ligeiramente menores nas mudas não inoculadas (testemunha) (Tabela 3). Por outro lado, o diâmetro à altura do coleto (DC) tendeu ser maior sob este tratamento, possivelmente em função do menor consumo e/ou menor translocação de reservas nutricionais para outras partes da planta. Conforme Carvalho e Nakagawa (2012), o crescimento durante a fase de plântula é dependente do consumo das reservas nutricionais, uma vez que folhas e raízes ainda estão em pleno desenvolvimento. Logo, constata-se pelo dendrograma que o tratamento controle formou um *cluster* independente, expressando

dissimilaridade entre este tratamento e as mudas inoculadas (Figura 2), ainda que de forma pouco acentuada.

A inoculação isolada de fungos micorrizos (FMAs) (tratamento T2) tendeu a promover o melhor desenvolvimento das mudas, constatado especialmente pelo comprimento de raízes (CR) (Tabela 3). Chu (1999), Sgrott *et al.* (2012), Moreira *et al.* (2016) e Almeida (2019) já haviam registrado efeitos benéficos desse tipo de inoculante para o gênero *Euterpe*. No estudo de Tavares (2017), ficou evidenciado que o açazeiro, diferentemente da palmeira juçara, durante seu desenvolvimento inicial, aloca seus recursos fisiológicos especialmente em direção às raízes, explorando melhor o solo em busca de mais recursos, especialmente água. Contudo, pelo dendograma fica evidenciado que quando inoculados isoladamente, tanto FMAs quanto bactérias diazotróficas (FBNs), tendem a promover efeito semelhante sobre o desenvolvimento das mudas de açazeiro, constatado pela formação de um único *cluster* entre esses tratamentos (Figura 2).

Por outro lado, com exceção do comprimento de raízes (CR), a inoculação combinada de FMAs e FBNs (tratamento T6), tendeu a proporcionar as menores médias para todas as variáveis estudadas, especialmente para a biomassa da parte aérea (MSPA), podendo evidenciar que não houve interação harmoniosa entre estes inoculantes, contribuindo também para a formação de um *cluster* isolado. Bandara *et al.* (2006) explicam que a interação entre FMAs e bactérias do solo pode resultar em competição, afetando os benefícios à planta hospedeira. Esta afirmação é reforçada por Soares *et al.* (2009), ao observarem que aos 90 dias após aclimação, a co-inoculação de FMAs com bactérias promotoras de crescimento vegetal, em mudas micropropagadas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill, Bromeliaceae), em parte, inibiu tanto a germinação de esporos fúngicos quanto a simbiose micorrízica, não havendo benefícios da co-inoculação para essa cultura.

No entanto, observa-se que a inoculação com o mix de microrganismos (tratamento T3), seja isoladamente ou em combinação com os demais inoculantes avaliados, tem ação semelhante sobre as mudas de açazeiro, especialmente em combinação com FMAs (tratamento T5), evidenciado pela alta similaridade entre estes tratamentos (T3 e T5) (Figura 2).

Em geral, esperava-se maior ação dos inoculantes sobre o desenvolvimento das mudas de açazeiro no período de 90 dias. No entanto, nem sempre tem sido registrada efetividade desta tecnologia em plantas da família *Arecaceae*. Chu (1999), ao inocular sete espécies de FMAs em mudas de açazeiro, constatou que *Scutellispora sp.* e *Gigaspora sp.* não

proporcionaram efeitos significativos, indicando que apenas algumas espécies de FMAs se associam e/ou trazem benefícios visíveis ao açazeiro. Em outras palmeiras tropicais também foi registrado efeito limitado da inoculação. Carvalho (1997) e Carvalho *et al.* (2000), ao inocularem mudas de dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.) e pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.) respectivamente, com FMAs e FBNs, isoladamente ou em combinação, não evidenciaram resultados satisfatórios para a maioria das variáveis avaliadas, ainda que numericamente as médias tenham sido superiores a testemunha.

Semelhante modo, em outras frutíferas tropicais também não foram registrados efeitos da inoculação. Santos *et al.* (2018) ao inocularem mudas de doze frutíferas tropicais com microrganismos benéficos (*Azospirillum brasilense*, *Burkholderia cepacia*., *Bacillus thuringiensis*, *B. megaterium*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *Trichoderma sp.*), após 90 dias, observaram desenvolvimento superior somente em mudas de caimito (*Chrysophyllum cainito* L., Sapotaceae) e lichia (*Litchi chinensis* Sonn., Sapindaceae). Em experimento similar, não houve efeito destes mesmos inoculantes sobre o crescimento de araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh., Myrtaceae) (Nascimento *et al.*, 2019).

Não obstante, Sgrott *et al.* (2012) chamam a atenção para possibilidade de o uso de inoculantes conferir vantagens bioquímicas sem necessariamente afetar o desenvolvimento biométrico, ou ainda a sua expressão tardia, observada somente após o plantio em campo. Conforme estes autores, em palmeira juçara a inoculação micorrízica, após cinco meses em casa de vegetação, alterou os níveis de amido e carboidratos solúveis nas raízes e parte aérea, sem, contudo, promover diferenças estatísticas em outras variáveis. Todavia, após 24 meses de plantio em campo, a biomassa de folhas, caules e raízes foram sempre significativamente maiores em plantas inoculadas. Ainda no experimento de Sgrott *et al.* (2012), resultado semelhante a palmeira juçara foi observado em palmeira australiana (*Archontophoenix alexandrae* H. Wendl e Drude).

Neste estudo, é possível que o período de avaliação das mudas de açazeiro (90 dias) tenha sido insuficiente para que houvesse uma colonização efetiva do sistema radicular das mudas, pelos inóculos. No estudo de Moreira *et al.* (2016), embora a inoculação de mudas de palmeira juçara tenha promovido ganhos significativos em crescimento e absorção de nutrientes, mesmo após um período de seis meses não foi possível a visualização das estruturas fúngicas associadas às raízes, tão pouco a quantificação do porcentual de colonização, em parte devido ao baixo desenvolvimento radicular, especialmente o diâmetro e

o volume de raízes. Outros autores também têm relatado o desenvolvimento inicial lento de mudas de açazeiro (Carvalho; Nascimento, 2018).

Todavia, há ainda um conjunto de fatores tanto da planta, quanto do próprio microrganismo e do ambiente, que devem ser considerados quanto à efetividade da inoculação, como a sobrevivência do inóculo no solo (Freitas, 2007); a seletividade das plantas quanto ao microrganismo inoculado (Chu, 1999); a estratégia de colonização do inóculo (Parniske, 2008); a incompatibilidade e/ou competição do inóculo com a microbiota nativa associada à rizosfera (Santos *et al.*, 2018); e o suprimento de nutrientes para a planta, disponível no solo (Carvalho *et al.*, 2000; Lima *et al.*, 2011; Moreira *et al.*, 2016; Brito *et al.*, 2017).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação de mudas de açazeiro afeta seu desenvolvimento biométrico inicial, porém em um período de 90 dias não proporciona ganhos significativos de crescimento. A inoculação de fungos micorrízicos tende a promover o melhor desenvolvimento das mudas, enquanto a co-inoculação de micorrizas e bactérias diazotróficas tende a proporcionar menor desenvolvimento das mesmas. O mix microrganismos benéficos[©] isoladamente ou co-inoculados promovem efeitos similares nas mudas de açazeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. **Fungos micorrízicos e adubação fosfatada na produção de mudas de palmeira juçara**. 2019. 88p. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Produção Vegetal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes - RJ, 2019. 88p.

BANDARA, W. M. M. S.; SENEVIRATNE, G.; KULASOORIYA, S. A. Interactions among endophytic bacteria and fungi: effects and potentials. **Journal of Biosciences**, v. 31, n. 5, p.645-650, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02708417>.

BRITO, V. N.; TELLECHEA, F. R. F.; HEITOR, L. C.; FREITAS, M. S. M.; MARTINS, M. A. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 485-497, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509827730>

CAPUANI, S.; RIGON, J. P. G.; BELTRÃO, N. E. M.; BRITO NETO, J. F. Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona. **Revista**

Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 12, p. 1269-1274, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012001200002>

CARVALHO, A. R. V.; SOUZA, E. M. R.; BALDANI, V. L. D.; DOBEREINER, J. Bactérias diazotróficas e fungo micorrízico *Glomus clarum* em mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.). **Agrotropica**, v.12, n.3, p.181-188, 2000.

CARVALHO, A.L.V. **Associação de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares em mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.) e de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.)**. 1997. 217p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 1997. 217p.

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Technological innovations in the propagation of açai palm and bacuri. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 1, p. 1-15, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018679>

CARVALHO, L. C. N. **Produção de mudas de açai sob diferentes níveis de depleção de água associada a doses de um polímero hidroabsorvente**. 2016. 79p. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 2016. 79p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CASTRO, G. L. S. JÚNIOR, D. D. S.; BUENO, A. C. S. O.; SILVA, G. B. Anthracnose in açai palm leaves reduces leaf gas exchange and chlorophyll a fluorescence. **Tropical Plant Pathology**, v. 42, n. 1, p.13–20, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40858-016-0118-0>

CASTRO, G. L. S.; SILVA JUNIOR, D. D.; VIANA, R. G.; REGO, M. C. F.; SILVA, G. B. Photosynthetic apparatus protection and drought effect mitigation in açai palm seedlings by rhizobacteria. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 41, n.1, p. 1-12, 2019a. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2952-4>

CASTRO, G. L. S.; REGO, M. C. F.; SILVESTRE, W. V. D.; BATISTA, T. F. V.; SILVA, G. B. Açai palm seedling growth promotion by rhizobacteria inoculation. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 51, n. 1, p. 205-216, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42770-019-00159-2>

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. Propriedades antioxidantes do açai (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, n. 1, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09217>

CHU, E. Y. Efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em mudas de *Euterpe oleracea* Mart. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.6 p.1019-1024, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999000600013>.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Açai (fruto)**. Análise Mensal. Brasília: Conab. p. 1-14. 2020. Disponível em > <http://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai>< Acesso em: 07 dez. 2020.

- DONATE-CORREA, J.; LEON-BARRIOS, M.; PEREZ-GALDONA, R. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria in *Chamaecytisus proliferus* (tagasaste), a forage tree-shrub legume endemic to the Canary Islands. **Plant and Soil**, v. 266, n. 1-2, p.261-272, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-005-0754-5>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.
- FARIAS-NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V de.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. Seleção simultânea em progênies de açaizeiro irrigado para produção e peso do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p.532-539, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000200025>
- FREITAS, S. S. Rizobactérias promotoras do crescimento de plantas. *In*: SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. p.1-20.
- LIMA, K. B.; MARTINS, M. A.; FREITAS, M. S. M.; OLIVARES, F. L. Fungos micorrízicos arbusculares, bactéria diazotrófica e adubação fostatada em mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 12-24, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000300029>
- MAJEED, A.; ABBASI, M. K.; HAMEED, S.; IMRAN, A.; RAHIM, N. Isolation and characterization of plant growth-promoting rhizobacteria from wheat rhizosphere and their effect on plant growth promotion. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, n. 198, p.1-10, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00198>
- MOREIRA, S. L.; PRATES-JÚNIOR, P.; FERNANDES, R.; DA CUNHA, A.; CAMPOS, A. Crescimento e absorção de nutrientes em palmeira Juçara inoculada com fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 2, p. 169-176, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4639547>.
- NASCIMENTO, F. C.; SANTOS, C. H. B.; KANDASAMY, S.; RIGOBELLO, E. C. Efficacy of alginate- and clay-encapsulated microorganisms on the growth of araçá-boi seedlings (*Eugenia stipitata*). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 41, n. 1, p 1-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v41i1.43936>
- NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U.; OLIVEIRA, M. S. P. de. **Produção de mudas de açaizeiro a partir de perfilhos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Comunicado Técnico 231, 4p, 2011.
- OLIVEIRA, M. do S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. **Cultivo do Açaizeiro para Produção de Frutos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Circular Técnica 26, p.18, 2002.
- RODRIGUES, E. C. N.; RIBEIRO, S. da C. A.; SILVA, F. L. Influência da cadeia produtiva do açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) na geração de renda e fortalecimento de unidades familiares de produção, Tomé-Açu-PA. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v.210, p.1-23, 2015.

SANTOS, C. H. B.; MARTINS, A. B. G.; RIGOBELLO, EVERLON C.; TEIXEIRA, G. H. A. Promoting fruit seedling growth by encapsulated microorganisms. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 3, p. 1- 9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018179>

SANTOS, H. O. Effect of açai (*Euterpe oleracea*) intake on vascular function and lipid profile: What is the recommendation? **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 32, n. 2, p. 190-192, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5935/2359-4802.20180077>

SEDAP - Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca. **Dados Agropecuários: Açai**. Disponível em: <https://www.http://www.sedap.pa.gov.br/content/aça>>. Acesso em: 05 nov. 2022.

SGROTT, A. F.; BOOZ, M. R.; PESCADOR, R.; HECK, T. C.; STÜRMER, S. L. Arbuscular mycorrhizal inoculation increases biomass of *Euterpe edulis* and *Archontophoenix alexandrae* after two years under field conditions. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 4, p. 1103-1112, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000400005>

SILVESTRE, W. V. D.; SILVA, P. A.; PALHETA, L. F.; OLIVEIRA, N. C. F.; MELO, S. R. O. R.; FESTUCCI-BUSELLI, R. A.; PINHEIRO, H. A. Differential tolerance to water deficit in two açai (*Euterpe oleracea* Mart.) plant materials. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 39, n. 1, p.4, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2301-9>

SILVESTRE, W. V.; PINHEIRO, H. A.; SOUZA, R.; PALHETA, L. F. Morphological and physiological responses of açai seedlings subjected to different watering regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 4, p.364–371, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n4p364-371>

SINGH, J. S.; PANDEY, V. C.; SINGH, D. P. Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 140, n. 3, p.339-353, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.01.017>

SOARES, S. A. G.; MARIANO, R. L. R.; CAVALCANTE, U. M. T.; MAIA, L. C. Efeito de bactérias na germinação de fungos micorrízicos arbusculares e co-inoculação em mudas de abacaxizeiro. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 31-38, 2009.

SOUZA, G. L. O. D.; SILVA, D. F.; NIETSCHKE, S.; XAVIER, A. A.; PEREIRA, M. C. T. Endophytic bacteria used as bioinoculants in micropropagated banana seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 2, p. 1-10, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017324>

TAVARES, R. F. de M. **Crescimento e fisiologia de mudas de açai e juçara cultivadas sob estresse hídrico**. 2017. 88p. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Produção Vegetal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2017. 88p.