

## Utilização de microrganismos para o tratamento e a promoção de vigor em sementes da Caatinga

Use of microorganism's seed treatment and vigor promotion in Caatinga seeds

Thiago Costa Ferreira<sup>1</sup>, Manoel Rivelino Gomes de Oliveira<sup>2</sup> & Aldrin Martin Perez Marin<sup>3</sup>

**Resumo:** Agentes microbianos são uma tecnologia emergente para o tratamento de sementes da Caatinga. Espécies desta localidade são carentes em estudos para a sua conservação. Logo, o objetivo desta pesquisa foi testar inoculação de microrganismos (*Trichoderma harzianum* e bactérias) em sementes de várias espécies vegetais da Caatinga, para a promoção de vigor. Grupo 1: Sementes de *Aspidorperma pyrifolium* foram testadas no esquema fatorial 5x4+1, com F1: Inoculantes (água destilada e suspensões à base de *Trichoderma harzianum*, *Bacillus firmus*, *B. amyloliquefaciens* e um Mix de bactérias), F2: períodos de exposição (1, 2, 3 e 4 h de imersão) e o tratamento adicional: controle (sem inoculação ou imersão); Foram avaliadas variáveis percentuais de germinação e vigor e os dados avaliados pela ANOVA, para F1 foi utilizado o teste de Tukey, e para os F2 a regressão linear e correlação de Pearson. Grupo 2: Sementes de *Anadenanthera colubrina*, *Cenostigma microphylla*, *Cenostigma pyramidalis*, *Libidibia ferrea*, *Tabebuia aurea*, *Handroanthus impetiginosus* e *Cnidoscylus quercifolius* foram tratadas com *T. harzianum*, na dose de 180 kg de produto para 100 kg de sementes. Em ambos os ensaios, haviam tratamentos com quatro repetições de 25 sementes cada, realizados em rolos de papel germitest ( $25 \pm 2$  °C, 14 dias e 12h de luz). Em relação ao primeiro experimento, a interação entre os fatores não apresentou diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) e houveram resultados significativos ( $p > 0,005$ ) para os fatores em separado, em nenhuma das variáveis analisadas; tratamento controle (sem inoculação ou imersão) se destaca dos demais em F1 e F2. Para os experimentos do grupo 2, a utilização de *T. harzianum* na dose testada e com o tratamento usado não promoveu ganhos de germinação ou vigor nas sementes e plântulas de nenhuma das espécies vegetais citadas nesta pesquisa. Outras pesquisas com a utilização de outras doses, isolados de *Trichoderma harzianum* e bactérias, juntamente com tecnologia de aplicação podem ser realizadas a fim de melhorar o conhecimento sobre tal interação de fatores analisados nesta pesquisa.

**Palavras-chave:** Caatinga, tecnologia de sementes, tecnologia de aplicação de fitossanitários, microrganismos, florestal.

**Abstract:** Microbial agents are an emerging technology for seed treatment Caatinga. Species of this locality are preservatives in studies for them. Therefore, the objective of this research was to test the inoculation of microorganisms (*Trichoderma harzianum* and Bacterials) in seeds of plant species from the Caatinga, several to promote vigor. Group 1: *Aspidorperma pyrifolium* seeds were tested in a 4+1 factorial scheme, with F1: Inoculants (distilled water suspensions based on *Trichoderma harzianum*, *Bacillus firmus*, *B. amyloliquefaciens* and a Bacterial Mix), F2: exposure periods (1, 2, 3 and 4 h of preliminaries) and the additional treatment: inoculation control or later); the germination data variable percentages of evaluation and the germination data were used to test the ANOVA vigor, linear and the data of Pear evaluation Group 2: Seeds of *Anadenanthera colubrina*, *Cenostigma microphylla*, *Cenostigma pyramidalis*, *Libidibia ferrea*, *Tabebuia aurea*, *Handroanthus impetiginosus* and *Cnidoscylus quercifolius* were treated with *T. harzianum* at a dose of 180 kg of product for 100 kg of seeds. In both trials, treatments with four batches of 25 seeds each, performed on germitest paper rolls ( $25 \pm 2$  °C, 14 days and 12 h of light). significant differences ( $p < 0,001$ ) and there were results between occurrences ( $p > 0,005$ ) for the factors separately, in none of the two; control treatment (no inoculation or F2) stands out from the others in F2. For the experiments from group 2, the use of *T. harzianum* research used not at the dose or tested and with the treatment used in the seeds and seedlings of none of the plant species mentioned in this research. Other surveys of other doses, *Trichoderma* and an isolated region with a survey of the use of other doses, can be used to improve knowledge about this interaction of analyzed factors.

**Keywords:** Biological seed treatment, phytosanitary application technology, Plant-microorganism interaction, Microbiology.

<sup>1</sup>Agroecólogo, Universidade Estadual da Paraíba, Departamento de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), Campus IV, Sítio Cajueiro, S/N, Zona Rural, Catolé do Rocha - PB, 58884-000. E-mail: professor.thiagoferreira1@gmail.com.

<sup>2</sup> Estatístico, Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação, Rua do Telégrafo, SN, Camaçari - BA, 42802-721. E-mail: rivellino.gomes@gmail.com

<sup>3</sup> Agrônomo, Instituto Nacional do Semiárido, Av. Francisco Lopes de Almeida, s/n - Serrotão, Campina Grande - PB, 58434-700. E-mail: aldrin.perez@insa.gov.br.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de tecnologias sustentáveis para o manejo das sementes é uma importante premissa da agricultura moderna, inclusive para a produção de espécies florestais. Tais tecnologias podem promover vigor, sanidade e sincronia de germinação em plântulas de várias espécies florestais, como espécies dos gêneros *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. (Carvalho & Nakagawa, 2012; Gomes, 2019). Estas tecnologias são denominadas de “priming” (Venâncio et al., 2019).

Os microrganismos têm sido referidos como importantes *primings* para sementes florestais, de acordo com os escritos de Rifna et al. (2019) sua utilização pode melhorar e promover a sustentabilidade da produção florestal como um todo. A classe de bactérias *Bacilli*, representada pelos gêneros *Bacillus* e *Lactobacillus*, e o gênero fungico *Trichoderma*, são importantes na referida agricultura sustentável. Pois estes seres podem apresentar afinidades com as sementes e plântulas, promover crescimento e proteger contra pragas, inclusive em viveiros de mudas, segundo afirmam Rifna e colaboradores (2019). Estes seres têm sido usados também para promover estas características com espécies florestais de ambientes secos.

Na literatura, segundo Carvalho et al. (2021), Michelena-Álvarez e Martínez-Hernández (2021) e Silva et al. (2021), existem relatos da presença de espécies deste gênero em plantas da Caatinga. Este ambiente ecológico, por sua vez, apresenta eventos de seca periódicos, luminosidade média e altas temperaturas anuais, vegetação com presença de adaptações xerofílicas; endemismos e, ainda, alto fator de antropização e desertificação (Ferreira et al., 2021 a). Espécies vegetais de uso múltiplo, por sua vez, importantes também para a ecologia do ambiente da Caatinga, serão relatadas a seguir e sementes destas serão analisadas nesta pesquisa.

Nesse sentido, tais propostas poderiam ser utilizadas em relação à perspectiva de produção em viveiros para a formação vegetacional brasileira denominada de Caatinga (Oliveira et al., 2015). Esta localidade é pouco estudada, apresenta muitos endemismos vegetais, alto índice de antropização, núcleos de desertificação, plantas com características xerófila, haja vista as peculiares ambientais nesta localidade (Ferreira & Cunha, 2000; Pereira et al., 2016; Carvalho, 2012; Correia et al., 2019).

A espécie *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) é presente no ambiente da Caatinga, fazendo-se importante na região pelo seu uso medicinal, cosmético e de madeira de boa qualidade (Ferreira & Cunha, 2000; Pereira et al., 2016). Produzido de maneira extrativista e predatória (Andrade Júnior et al., 2020; Oliveira et al., 2015; Felippi et al., 2016; Correia et al., 2019).

O grupo das Fabaceae apresentam importantes populações na Caatinga, com a prioridade de estudo e discussão sobre as espécies *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Bispo et al. 2017); *Cenostigma pyramidalis* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis (Matias et al., 2018),

*Cenostigma microphyllum* (Mart. ex G. Don) E. Gagnon & GP Lewis (Câmara et al., 2018), *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) LP Queiroz (Walter et al., 2018) são espécies utilizadas para a produção de madeira, medicamentos e forragem em geral.

Também as importantes espécies de Bignoniaceae, como *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore (Oliveira et al., 2012; Santo et al. 2013) e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Almeida et al., 2020; Araújo et al., 2020), espécies de boa madeira, utilizadas para o reflorestamento e arborização urbana, reconhecidas em todo o país e, portanto, emergentes em sua conservação.

E a espécie *Cnidocclus quercifolius* Pohl (Euphorbiaceae) é um importante vegetal forrageiro e usado também em processos terapêuticos (Dias Júnior, et al., 2019).

Para Meiado et al. (2012) e Ferreira et al. (2021 b) existe uma marcante carência de estudos que relacionem à ecologia de sementes na Caatinga, inclusive faz-se necessária a produção de conhecimento em tecnologias de sementes para a promoção de ações de recuperação de áreas degradadas, com a necessidade da produção de mudas para este fim (Ferreira et al., 2021 a; Ferreira et al., 2021 b).

Relacionando os pontos acima relatados, a possibilidade da utilização de microrganismos (*Trichoderma harzianum* e Bactérias) para a produção de mudas de plantas da Caatinga. Logo, o objetivo desta pesquisa foi testar inoculação de microrganismos (*Trichoderma harzianum* e Bactérias) em sementes de *A. pyrifolium* para a promoção de vigor. Também, o tratamento de sementes da Caatinga (*Anadenanthera colubrina*, *Cenostigma microphylla*, *Cenostigma pyramidalis*, *Libidibia ferrea*, *Tabebuia aurea*, *Handroanthus impetiginosus* e *Cnidocclus quercifolius*) com o uso de *Trichoderma harzianum*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Sementes, pertencente ao Instituto Nacional do Semiárido (MCTI/ Brasil), sediado em Campina Grande, PB. As sementes utilizadas foram cedidas pelo Núcleo de Monitoramento Ambiental (NEMA/ UNIVASF), ano de 2021, e foram armazenadas em câmara climática (8 + 2 °C, no escuro) em recipientes de plástico (Ferreira & Cunha, 2000).

### Grupo 1: *Trichoderma harzianum* e bactérias no tratamento e promoção de crescimento em *Aspidosperma pyrifolium*

O experimento foi montado em um esquema fatorial 5x4+1, com F1: Inoculantes (água destilada; suspensões à base de *Trichoderma harzianum*, *Bacillus firmus*, *Bacillus*

*amyloliquefaciens* e um Mix de bactérias), F2: períodos de exposição (1, 2, 3 e 4 h de imersão) e o tratamento adicional: controle (sem inoculação ou imersão). Os microrganismos foram obtidos com a utilização de produtos comerciais, de acordo com a prescrição da bula de cada um deles, com dose de 108 UFC/ ml de calda, sendo estes: *Trichoderma harzianum* isolado IBLF 006 (ECOTRICH®, Balagro®), *Bacillus pumilus* linhagem QST 2808 (SONATE®, BAYER®), *Bacillus amyloliquefaciens* QST 713 (SERENADE®, BAYER®) e um Mix de bactérias [*Lactobacillus acidophilus* NCFM, *Lactobacillus rhamnosus* HN001, *Lactobacillus para casei* LPC-37 e *Bifidobacterium lactis* HN019] (SIMBIOFLORA®; FQM Farma®).

Cada tratamento foi realizado com a utilização de 100 sementes e divididas em quatro repetições de 25 sementes cada, de acordo com a metodologia proposta por Venâncio e Martins (2019). Para tanto, as sementes foram semeadas em papel germitest. Cada repetição foi apresentada para um rolo de papel.

Este papel germitest foi embebido em água, na proporção de 2,5 água/peso de papel seco em gramas (Brasil, 2009; Carvalho & Nakagawa, 2012). Consequentemente, os rolos de papel foram incubados a  $25 \pm 2$  °C, por quatorze dias, 12h de fotoperíodo.

Foram avaliadas, segundo Ferreira et al. (2021), as percentagens de primeira contagem, germinação, plântulas normais e anormais e sementes mortas e duras. Os dados foram avaliados pela ANOVA, para os tratamentos de F1 foi utilizado o teste de tukey (5% de probabilidade) com o acréscimo da testemunha e para os F2 foi utilizada a regressão linear e correlação de Pearson, ambos realizados no programa R.

## Grupo 2: Tratamento de sementes da Caatinga com o uso de *Trichoderma harzianum*

As sementes de *Anadenanthera colubrina*, *Cenostigma microphylla*, *Cenostigma pyramidalis*, *Libidibia ferrea*, *Tabebuia aurea*, *Handroanthus impetiginosus* e *Cnidosculus quercifolius* foram cedidas pelo Núcleo de Monitoramento Ambiental (NEMA/ UNIVASF), ano de 2021, pedido 636, e foram armazenadas em câmara climática ( $8 + 2$  °C, no escuro) em recipientes de plástico (Ferreira & Cunha, 2000).

Os experimentos foram montados com a utilização de um produto comercial a base do isolado *Trichoderma harzianum* isolado IBLF 006 (ECOTRICH®, Balagro®),

na dose de 180 kg de produto para 100 kg de sementes. Houve uma testemunha inoculada somente com água. O tratamento ocorreu com a colocação das sementes em sacos plásticos, adicionadas do conteúdo do inoculante e levemente agitadas para uniformizar, antes do período de secagem (24 h/ 25 °C/ 12 h de luz).

Cada espécie foi tratada com estes dois tratamentos referidos, contando com a utilização de 100 sementes e divididas em quatro repetições de 25 sementes cada, de acordo com a metodologia proposta por Venâncio e Martins (2019). Para tanto, as sementes foram semeadas em papel germitest. Cada repetição foi apresentada para um rolo de papel (papel germitest), embebido em água, na proporção de 2,5 água/peso de papel seco em gramas (Brasil, 2009; Carvalho & Nakagawa, 2012). Consequentemente, os rolos de papel foram incubados a  $25 \pm 2$  °C, por até quatorze dias, 12h de fotoperíodo, de acordo com as metodologias descritas por Ferreira et al. (2021 a, b).

Foram avaliadas, segundo Ferreira et al. (2021), as variáveis percentuais de primeira contagem, germinação, plântulas normais e anormais e sementes mortas e duras. Foi avaliada a condutividade elétrica em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente, conforme a metodologia proposta por Brasil (2009). Os dados foram avaliados pelo teste de  $X^2$  (5% de probabilidade), ambos realizados no programa R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Grupo 1: *Trichoderma harzianum* e bactérias no tratamento e promoção de crescimento em *Aspidosperma pyrifolium*

A interação entre os fatores não apresentou diferenças significativas em nenhuma das variáveis analisadas ( $p < 0,001$ ). Houveram resultados significativos ( $p > 0,005$ ) para os fatores em separado.

Em relação ao fator 1, Inoculantes, às variáveis percentual de primeira contagem (P-valor = 0,0562), germinação (P-valor = 0,1403) e sementes duras (P-valor = 0,1406), para estes os tratamentos não foram significativos e não tiveram diferenças entre si em relação ao teste de Tukey. Para as variáveis percentual de sementes mortas (P-valor = 0,0013) e plântulas normais (P-valor = 0,001) e anormais (P-valor = 0,001) podem ser visualizadas diferenças significativas entre os tratamentos. A seguir, na tabela 2, podem ser visualizados os valores médios e variáveis estatísticas em relação a estes dados demonstrados anteriormente.

**Tabela 1:** Valores médios, estatística paramétrica e teste de Tukey para as variáveis percentagens de primeira contagem (PC), germinação (G), plântulas normais (N) e anormais (A) e sementes mortas (SM) e duras (SD) em relação aos inoculantes (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus firmus*, *Bacillus amyloliquefaciens* e um Mix de bactérias) inoculados em sementes de *A. pyrifolium*.

Inoculantes	VARIÁVEIS					
	PC	G	N*	A*	SM	SD
Água	68,75	80,50	62,75 b	17,75 b	14,00	5,50
<i>Trichoderma harzianum</i>	72,50	80,00	66,25 b	10,00 c	11,75	8,25
<i>Bacillus pumilus</i>	76,75	79,00	45,50 c	33,50 a	12,25	8,75
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	77,50	84,00	62,50 b	21,50 b	9,50	6,50
Mix de Bactérias	70,25	76,25	46,75 c	29,50 b	13,75	10,00
Controle - sem inoculação	74,00	84,00	86,00 a	9,00 d	1,00	15,00
<b>Média</b>	73,29	80,63	61,63	20,21	10,38	9,00
<b>Desvio</b>	3,48	3,00	14,82	10,01	4,87	3,35

Em relação ao fator 2, períodos de exposição, para a variáveis percentuais de primeira contagem (P-valor = 0,01;  $y = -1,1x + 75,9$ ;  $R^2 = 0,14$ ), de plântulas anormais (P-valor = 0,006;  $y = 2,6x + 54,6$  e  $R^2 = 0,1633$ ) e de sementes mortas, observou-se que as doses foram significativas (P-valor = 0,001568;  $y = -3E-15x + 12,1$  e  $R^2 = 0,1962$ ) observou-se que as doses foram significativas e baixa aderência ao modelo linear.

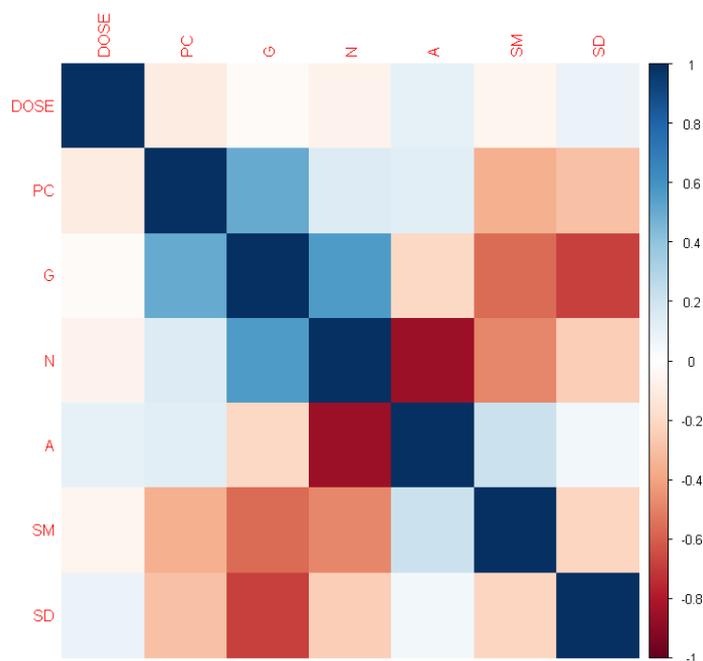
Para a variável percentual de germinação (P-valor = 0,5784;  $y = 0,62x + 78,9$  e  $R^2 = 0,03534$ ), plântulas anormais (P-valor  $\approx 0$ ;  $y = -1,98x + 24,3$  e  $R^2 = 0,23$ ) e sementes duras (P-valor = 0,3923;  $y = -0,62x + 9$  e  $R^2 = 0,04$ ), observou-se que as doses foram não significativas. A seguir, na tabela 2, podem ser visualizados os valores médios e variáveis estatísticas em relação a estes dados.

**Tabela 2:** Valores médios e estatística paramétrica para as variáveis percentagens de primeira contagem (PC), germinação (G), plântulas normais (N) e anormais (A) e sementes mortas (SM) e duras (SD) em relação aos períodos de exposição (h) em que sementes de *A. pyrifolium* foram inoculadas.

VARIÁVEIS						
Períodos de exposição (h)	PC	G	N	A	SM	SD
1,00	77,00	80,00	58,00	22,00	11,80	8,20
2,00	68,40	79,20	58,40	20,80	12,80	8,00
3,00	76,60	81,20	62,80	18,40	11,60	7,20
4,00	70,60	81,40	65,20	16,20	12,20	6,40
<b>Média</b>	73,15	80,45	61,10	19,35	12,10	7,45
<b>Desvio</b>	4,31	1,04	3,49	2,58	0,53	0,82

Em relação a análise Pearson, para os dados relacionados com as doses, pode ser visualizado na Figura 1.

**Figura 1:** Correlação de Pearson para as variáveis percentagens de primeira contagem (PC), germinação (G), plântulas normais (N) e anormais (A) e sementes mortas (SM) e duras (SD) em relação aos inoculantes (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus firmus*, *Bacillus amyloliquefaciens* e um Mix de bactérias) e períodos de exposição (h) em que sementes de *A. pyrifolium* foram inoculadas.



Um importante ponto a salientado é que as doses apresentaram baixa correlação entre todas as variáveis, exceto para A em relação as doses, o que explica o fato de as referidas doses terem sido significativo para a variável A

segundo a análise de regressão. Ainda podemos observar que A tendo uma mais alta correlação com as doses com coeficiente de correlação de 0,1034, esta correlação ainda é considerada baixa. O correlograma apresentado na figura

acima demonstra uma ideia geral da correlação entre todas as variáveis analisadas, como é o caso por exemplo das variáveis A e N que apresentaram uma boa correlação (-0,85988), embora sendo negativa, mais se correlacionam bem.

Os resultados obtidos nesta pesquisa são importantes e inovadores quanto a proposta de manejo sustentável de *Aspidosperma pyrifolium*, tendo em vista a possibilidade de melhorias no manejo e produção de mudas a partir da descrição de métodos de tratamento de sementes, conforme preconizam Carvalho e Nakagawa (2012) e Venâncio et al. (2019).

A morfologia das sementes de *A. pyrifolium* pode ter sido um fator limitante para a obtenção de resultados significativos para esta pesquisa (Miano et al., 2019), uma vez que a semente desta espécie é delgada (Ferreira & Cunha, 2000; Andrade Júnior et al., 2020) apresentando assim uma certa fragilidade (Pereira et al., 2016; Andrade Júnior et al., 2020). A negativa para a interação entre os fatores, bem como a superioridade do tratamento controle para os demais, em relação ao fator inoculantes, pode estar relacionado com a morfologia delgada e a presença de substâncias nas sementes de *A. pyrifolium* (Ferreira & Cunha, 2000; Oliveira et al., 2015; Pereira et al., 2016).

O processo de inoculação, bem como os períodos de exposição, com as concentrações e agentes pode não ser eficaz com a população de *A. pyrifolium* utilizada nesta pesquisa (Correia et al., 2019; Oliveira et al., 2015; Pereira et al., 2016). Oliveira et al. (2015) afirmam que sementes de *Aspidosperma subincanum* são frágeis a umidade,

provavelmente este fator afetou a sementes com a inoculação em meio aquoso, nas sementes de *A. pyrifolium*.

Rifna e colaboradores (2019), descrevem alguns exemplos de insucesso da utilização de técnicas de *priming* em várias culturas, agrícolas ou florestais, ao redor do mundo, estes tratam tais processos como sendo inerentes a morfologia, fenótipo e tecnologia de aplicação. Aos quais, estes autores e Carvalho e Nakagawa (2012) e Venâncio et al. (2019), corroboram que o tratamento de sementes deve ser realizado a partir de processos que sejam adaptados as condições ecológicas relatadas nesta perspectiva.

## Grupo 2: Tratamento de sementes da Caatinga com o uso de *Trichoderma harzianum*

Por meio dos resultados obtidos e analisados nesta pesquisa pode ser entendido que para as variáveis percentagens de primeira contagem, germinação, plântulas normais e anormais e sementes mortas e duras e para condutividade elétrica que não houve nenhuma diferença significativa entre o tratamento controle (tratamento com água) e para o tratamento com *Trichoderma harzianum* (dose de 180 kg de produto para 100 kg de sementes) para as espécies *Anadenanthera colubrina*, *Cenostigma microphylla*, *Cenostigma pyramidalis*, *Libidibia ferrea*, *Tabebuia aurea*, *Handroanthus impetiginosus* e *Cnidoscylus quercifolius* (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios e estatísticos em relação as espécies *Anadenanthera colubrina*, *Cenostigma microphylla*, *Cenostigma pyramidalis*, *Libidibia ferrea*, *Tabebuia aurea*, *Handroanthus impetiginosus* e *Cnidoscylus quercifolius*, para as variáveis percentuais de primeira contagem (PC), germinação (G), plântulas normais (N) e anormais (A) e sementes mortas (SM) e duras (SD) e para condutividade elétrica (CE) ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente); promovidos pelo tratamento de sementes, ou não (controle), com o uso de *Trichoderma harzianum*.

<i>Anadenanthera colubrina</i>							
TRATAMENTO	CE	PC	G	A	N	SD	SM
CONTROLE	299,00	77,00	79,00	44,21	55,79	12,00	9,00
<i>Trichoderma harzianum</i>	524,75	79,00	84,00	49,46	50,54	12,00	4,00
$\chi^2$	< 0,01	0,84	0,02	0,06	0,02	< 0,01	< 0,01
Desvio médio	176,67	3,70	9,78	7,53	7,53	7,71	6,02
CV	42,89	4,75	12,00	16,09	14,17	64,24	92,67
Média geral	411,88	78,00	81,50	46,84	53,16	12,00	6,50
<i>Cenostigma pyramidalis</i>							
TRATAMENTO	CE	PC	G	A	N	SD	SM
CONTROLE	525,00	53,00	48,00	25,28	74,72	29,00	23,00
<i>Trichoderma harzianum</i>	640,50	48,00	60,00	38,29	61,71	16,00	24,00
$\chi^2$	< 0,01	0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Desvio médio	76,92	12,82	11,90	19,83	19,83	9,06	8,93
CV	13,20	25,38	22,05	62,41	29,07	40,25	37,99
Média geral	582,75	50,50	54,00	31,78	68,22	22,50	23,50

*Cenostigma microphylla*

TRATAMENTO	CE	PC	G	A	N	SD	SM
CONTROLE	593,25	51,00	60,00	20,34	79,66	29,00	11,00
<i>Trichoderma harzianum</i>	310,50	48,00	52,00	30,21	69,79	23,00	25,00
$\chi^2$	< 0,01	0,12	0,02	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01
Desvio médio	188,37	11,50	10,90	14,81	14,81	6,05	13,69
CV	41,69	23,24	19,47	58,60	19,82	23,26	76,06
Média geral	451,88	49,50	56,00	25,28	74,72	26,00	18,00

*Libidibia ferrea*

TRATAMENTO	CE	PC	G	A	N	SD	SM
CONTROLE	1438,75	48,00	50,00	30,56	70,73	27,00	23,00
<i>Trichoderma harzianum</i>	386,50	64,00	63,00	43,51	62,74	13,00	24,00
$\chi^2$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Desvio médio	620,95	18,02	17,69	19,11	19,10	11,90	14,41
CV	68,04	32,17	31,31	51,61	28,63	59,52	61,33
Média geral	912,63	56,00	56,50	37,03	66,73	20,00	23,50

*Handroanthus impetiginosus*

TRATAMENTO	CE	PC	G	A	N	SD	SM
CONTROLE	573,75	48,00	56,00	21,19	78,81	22,00	22,00
<i>Trichoderma harzianum</i>	592,50	45,00	83,00	14,05	85,95	11,00	6,00
$\chi^2$	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Desvio médio	52,52	6,39	17,36	11,12	11,12	10,99	10,25
CV	9,01	13,75	24,98	63,14	13,50	66,63	73,24
Média geral	583,13	46,50	69,50	17,62	82,38	16,50	14,00

*Tabebuia aurea*

TRATAMENTO	CE	PC	G	A	N	SD	SM
CONTROLE	510,00	56,00	63,00	40,53	59,47	21,00	16,00
<i>Trichoderma harzianum</i>	522,85	47,00	56,00	22,08	77,92	27,00	17,00
$\chi^2$	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01
Desvio médio	65,50	10,13	6,91	14,20	14,20	4,78	6,21
CV	12,68	19,67	11,61	45,37	20,68	19,92	37,64
Média geral	516,43	51,50	59,50	31,30	68,70	24,00	16,50

*Cnidoscylus quercifolius*

TRATAMENTO	CE	PC	G	A	N	SD	SM
CONTROLE	1383,25	76,00	77,00	59,76	40,24	19,00	4,00
<i>Trichoderma harzianum</i>	613,25	52,00	59,00	52,92	47,08	11,00	30,00
$\chi^2$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Desvio médio	423,38	17,10	14,66	11,90	11,90	7,33	16,53
CV	42,41	26,73	21,56	21,12	27,25	48,86	97,22
Média geral	998,25	64,00	68,00	56,34	43,66	15,00	17,00

Carvalho et al. (2021) descrevem a importância dos estudos com espécies da Caatinga, por conta da antropização da localidade, necessidade de produção sustentável e para a diminuição da predação vegetal na localidade, como afirma Dantas et al. (2019).

Parisi et al. (2019) e Michelena-Álvarez e Martínez-Hernández (2021), por sua vez, ressaltam o papel de áreas florestais com regimes secos, como o exemplo da Caatinga

(Meiado et al., 2012), no desenvolvimento social de várias nações mundiais e, ainda, Silva et al. (2021) destaca a emergência em reflorestamento desta área em destaque com a utilização de tecnologias sustentáveis (Dantas et al., 2019; Dantas et al., 2020) (Tabela 3).

Uma importante tecnologia que tem sido descrita na literatura é a utilização de isolados de *Trichoderma harzianum*, fungo comum em associação com a vegetação

segundo Ferreira e colaboradores (2021 a), para a produção de mudas em espécies florestais, principalmente para reflorestamento. Necessidade descrita no parágrafo anterior e que pode ser mais bem visualizada, em termo de Caatinga, nos escritos de Meiado et al. (2012), Ferreira et al. (2021 b) e Silva et al. (2021).

Carvalho et al. (2021) e Michelena-Álvarez e Martínez-Hernández (2021) descrevem que várias espécies de *Trichoderma* podem promover vigor em sementes e plântulas de espécies florestais. Carvalho et al. (2021) descreve que as interpelações deste fungo com a vegetação da Caatinga são pouco estudada e entendidas. Sobre o *T. harzianum* IBLF 006, usados nesta pesquisa, é marcante a descrição da promoção de crescimento em sementes de várias espécies, inclusive *Jacaranda mimosifolia* (Ferreira et al., 2021 c) e *Moringa oleifera* (Ferreira et al., 2020), em condições de imersão das sementes em solução com o isolado e tratamento de solo antes do plantio, respectivamente.

Oliveira et al. (2019), ainda descreve que este isolado resiste a altos níveis de radiação. Outro fator importante seria que isolados de *Trichoderma* podem apresentar pouca afinidade a isolados microbianos indígenas, como qualquer outro microrganismo se diga de passagem, ao ser inoculado em sementes, estas por sua vez trazem consigo tal conjunto microbiano, segundo afirmam Souza et al. (2016), Silva et al. (2020), Zhang et al. (2020), Reza-Escandón et al. (2021) e Silva et al. (2021).

Porém a metodologia utilizada nesta pesquisa pode não ter favorecido a funcionabilidade desta eficiência nas espécies testadas (Tabela 3). Pode ser que fatores inerentes aos lotes de sementes utilizadas nesta pesquisa tenham favorecido este resultado (Walter et al., 2018). Também em vistas que as espécies da caatinga são selvagens e tais populações também podem se comportar de maneiras diferentes em relação a outras populações (Melo et al., 2017; Silva et al. 2017; Bracante et al., 2018) (Tabela 1).

Em relação aos resultados obtidos para *Anadenanthera colubrina* (Tabela 1) são semelhantes aos descritos por Bispo et al. (2017), Castro et al. (2017), Silva et al. (2019) e Ferreira et al. (2021 a) em seus trabalhos. A linearidade dos resultados obtidos por estar relacionada com a presença de estruturas de cera, principalmente, na cutícula dessas sementes, em acordo com Silva et al. (2019) e Ferreira et al. (2021 a), fator que pode ter sido crucial para a não fixação do produto utilizado e por consequente a linearidade de resultados que fora obtido neste experimento.

Sementes de *Cenostigma microphylla* e *C. pyramidalis* apresentam semelhanças entre si, conforme descrevem Antunes et al. (2011), Silva et al. (2017), Silva et al. (2017) e Câmara et al. (2018) resultado que pode ser observado nos dados descritos na Tabela 1. Para tais espécies, provavelmente, a sua estrutura tegumentar mais hidrofóbica pode ter contribuído para que o tratamento com *T. harzianum* não fosse eficaz (Ferreira et al., 2020 a). Neste aspecto, a utilização de alguma substância adjuvante em meio ao processo de tratamento pode favorecer o processo.

Sementes de *Libidibia ferrea*, segundo descrevem Walter et al. (2018), Ferreira et al. (2020) e Ferreira et al. (2021 a) apresentam como característica de ser intermediária entre sementes ortodoxas e recalcitrantes, o que pondera que a presença de água nas sementes, bem como em um dado tratamento, pode variar mais facilmente. No qual, conforme descrito na Tabela 3, para os valores de CE, pode ser explicado que tal variável pode ter sofrido variações entre os tratamentos, em vistas ao isolado utilizado permitir a sementes uma mais expressiva retenção de água (Bragante et al., 2018).

Em relação aos resultados obtidos para as espécies *Tabebuia aurea* e *Handroanthus impetiginosus*, descritos na tabela 1, pode ser afirmado que a delicadeza das sementes, bem como sua constituição com maior presença de compostos de celulose, pode ter sido uma importante para a não fixação, ou baixa interligação, no processo do tratamento, segundo pode ser baseado nos escritos de Ferreira e Cunha (2000), Oliveira et al. (2012), Santo et al. (2012), Almeida et al. (2020), Araújo et al. (2020), Brito et al. (2020) e Oliveira et al (2000).

Sementes de *Cnidosculus quercifolius*, segundo Ferreira et al. (2020 a), apresentam uma camada de cera e a carúncula que são importantes para a durabilidade da semente em ambientes da Caatinga, este fator pode ser decisivo para algum tipo de antibiose e de pouca aderência ao tratamento, conforme pode ser visualizado nos resultados descritos na Tabela 3.

## CONCLUSÃO

Em relação as condições trabalhadas nesta pesquisa, não recomendamos a utilização de imersão e a utilização de inoculantes microbianos para o tratamento de sementes de *Aspidosperma pyrifolium*. Outras pesquisas, relacionando os componentes relatados nesta pesquisa de maneira diferenciada podem ser realizadas para melhorar o manejo desta espécie.

Também a utilização de *Trichoderma harzianum* na dose testada e com o tratamento usado não promoveu ganhos de germinação ou vigor nas sementes e plântulas de nenhuma das espécies vegetais *Anadenanthera colubrina*, *Cenostigma microphylla*, *Cenostigma pyramidalis*, *Libidibia ferrea*, *Tabebuia aurea*, *Handroanthus impetiginosus* e *Cnidosculus quercifolius*. Outras pesquisas com a utilização de outras doses, isolados de *T. harzianum* e/ou tecnologia de aplicação podem ser realizadas a fim de melhorar o conhecimento sobre tal interação de fatores.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental - NEMA/UNIVASF, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF e o Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR pela disponibilização das sementes. Também ao MCTI, INSA/Programa de Capacitação Institucional (Vigência da bolsa: 2019-2021), pela possibilidade da produção desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, R.S. et al. Emergência e vigor de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos em função de diferentes tempos de imersão em água. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 15, págs. 31-41, 2020.
- Andrade Júnior, F. P. et al. Botanical, agronomic, phytochemical and biological characteristics of *Aspidosperma pyriforme* Mart.: A review. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e14973784, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3784>.
- Antunes, C. G. C. et al. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul.(Catingueira) submetidas a deficiência hídrica. **Revista árvore**, v. 35, p. 1007-1015, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000600006>
- Araújo, M.A.S. et al. Conservação de sementes de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 4, 2020.
- Bispo, J. S. et al. Size and vigor of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan seeds harvested in Caatinga areas. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 4, págs. 363-373, 2017.
- Bragante, R.B. et al. Physiological and metabolic responses of immature and mature seeds of *Libidibia ferrea* ((Mart. ex Tul.) LP Queiroz) under contrasting storage temperatures. **Brazilian Journal of Botany**, v. 41, n. 1, p. 43-55, 2018.
- Brasil. **Manual de Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS. 2009.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução para a Análise de Sementes de Espécies Florestais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS. 2013. 98 p.
- Brito, W. L. et al. Avaliação da viabilidade de sementes de *Tabebuia aurea* por meio do teste de tetrazólio. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 993-999, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n414rc>
- Câmara, T. et al. Effects of chronic anthropogenic disturbance and rainfall on the specialization of ant-plant mutualistic networks in the Caatinga, a Brazilian dry forest. **Journal of Animal Ecology**, v. 87, n. 4, p. 1022-1033, 2018.
- Carvalho, C. R. et al. Diversity, Ecology, and Bioprospecting of Endophytic Fungi in the Brazilian Biomes of Rupestrian Grasslands, Caatinga, Pampa, and Pantanal. **Neotropical Endophytic Fungi: Diversity, Ecology, and Biotechnological Applications**, p. 151.
- Carvalho, N. M. & Nakagawa, J. (Ed.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p. il.
- Castro, L. E. et al. Physiological, cellular and molecular aspects of the desiccation tolerance in *Anadenanthera colubrina* seeds during germination. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, p. 774-780, 2017.
- Correia, L. A. D. S. et al. Morphometric descriptors and physiological seed quality for selecting *Aspidosperma pyriforme* Mart. matrix trees. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 751-759, 2019.
- Dantas, B. F. et al. Rainfall, not soil temperature, will limit the seed germination of dry forest species with climate change. **OECOLOGIA**, v. 192, p. 529-541, 2020.
- Felippi, K. G. M. & Possenti, J. C. Germinação de sementes de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. em função de diferentes formas de coleta. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 979-984, 2016.
- Ferreira, R. A. & Cunha, M. C. L. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur.) - Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart.) - Apocynaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, p. 134-143, 2000.
- Ferreira, R. A. & Cunha, M. C. L. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur.) - Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart.) - Apocynaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, p. 134-143, 2000.

- Ferreira, T.C. et al. *Hydropriming* para a promoção da emergência e do vigor em sementes provenientes de populações do bioma Caatinga. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e17910414142-e17910414142, 2021 a.
- Ferreira, T.C. et al. Tratamento de solo com *Trichoderma harzianum* para a promoção de vigor em sementes e plântulas de *Moringa oleifera*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 4, 2020.
- Ferreira, T.C. et al. Ultrasound and water immersion to promoting vigor in seeds and seedlings of *Cnidioscolus quercifolius*. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 6, n. 1, p. 69-74, 2021.
- Freitas, T. A. S.; et al. Temperatura e fotoperíodo sobre a germinação de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz. **MAGISTRA**, v. 30, págs. 94-103, 2019.
- Gomes, S.E.A. et al. Influence of current and future climate on the seed germination of *Cenostigma microphyllum* (Mart. ex G. Don) E. Gagnon & GP Lewis. **Folia Geobotanica**, v. 54, n. 1, p. 19-28, 2019. Medeiros, J.X. et al. Efeito de substratos na germinação de sementes de embiratanha (*Pseudobombax marginatum*) e métodos de superação de dormência em sementes de jucá (*Caesalpinia ferrea*). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 10, n. 3, 2013.
- Lima, A. T.; Meiado, M. V. Effects of seed hydration memory on initial growth under water deficit of cactus from two populations that occur in different ecosystems in Northeast Brazil. *Plant Species Biology*, v. 33, p. 1-10, 2018.
- Meiado M.V. et al. **Diaspore of the caatinga: a review. Flora of the Caatingas of the São Francisco River: Natural History and Conservation.** Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, págs. 306-365, 2012.
- Melo, L. D. F. A., et al. Temperature and substrate effects on the germination of *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. **African Journal of Agricultural Research**, vol. 12, n. 47, págs. 3348-3354, 2017.
- Miano, A. C. et al. Combining Ionizing Irradiation and Ultrasound Technologies: Effect on Beans Hydration and Germination. **Journal of Food Science**, v. 84, n. 11, p. 3179-3185, 2019. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14819>.
- Nascimento, M.G.R. et al. Isolamento de fungos fitopatogênicos em sementes da árvore Caatinga. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, v. 116, n. 2, p. 241-248, 2018.
- Oliveira, A. K. M. et al. Germination of *Aspidosperma subincanum* Mart. ex A. DC seeds at different temperatures. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n. 4, p. 642-648, 2015.
- OLIVEIRA, J. V. et al. Fauna and conservation in the context of formal education: a study of urban and rural students in the semi-arid region of Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 16:1-12, 2020.
- Parisi, J.J.D.; Santos, A.F.; Barbedo, C.J.; Medina, P.F. Patologia de Sementes Florestais: Danos, Detecção e Controle, uma revisão. **Summa phytopathol.**, vol. 45, n. 2, pp.129-133, 2019.
- Pereira, F. T. et al. Growth promotion and productivity of lettuce using *Trichoderma* spp. commercial strains. **Horticultura Brasileira**, v. 37, p. 69-74, 2019.
- Reza-Escandón, S.E. et al. Biocontrol by *Trichoderma* spp. as a Green Technology for the Agri-Food Industry. In: **Green Materials and Environmental Chemistry: New Production Technologies, Unique Properties, and Applications.** CRC Press, 2021. p. 145-161.
- Rifna, E. J. et al. Emerging technology applications for improving seed germination. **Trends Food Sci Tech**, v. 86, p.95-108, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.029>.
- Silva, H. F. et al. Bioprospection of *Trichoderma* spp. originating from a Cerrado-Caatinga ecotone on *Colletotrichum truncatum*, in soybean. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 15, n. 1, 2020.
- Silva, H. F. et al. Molecular identification and phylogenetic analysis of *Trichoderma* isolates obtained from woody plants of the semi-arid of Northeast Brazil. **Nova Hedwigia**, p. 485-500, 2021 a.
- Silva, H.F. et al. Bioprospection of *Trichoderma* spp. originating from a Cerrado-Caatinga ecotone on *Colletotrichum truncatum*, in soybean. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 15, n. 1, 2020.
- Silva, J.H.C.S. et al. Emergência de plântulas e vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Fabaceae) em diferentes substratos e profundidades de semeadura. **Caderno Verde de Agroecologia e**

**Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 7, p. p7054-p7054, 2019.

Silva, R. M. et al. Biometric aspects of fruit and seed of *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. from semiarid baiano. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4(3), 85-91, 2017.

Souza, J.T. et al. Plants from the Caatinga biome harbor endophytic *Trichoderma* species active in the biocontrol of pineapple fusariosis. *Biological control*, v. 94, p. 25-32, 2016.

Venâncio, R. S. D. S. & Martins, A. C. G. 2019. Overcoming dormancy of *Senna multijuga* seeds with an ultrasonic probe the comparison with ultrasound and sulfuric acid baths. *Ciência Rural*, 49(9).

Walter, L. S. et al. Influência de tratamentos pré-germinativos e crescimento inicial de plântulas de *Libidibia ferrea*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, vol. 38, 2018.

Zhang, F. et al. *Medicago sativa* and soil microbiome responses to *Trichoderma* as a biofertilizer in alkaline-saline soils. *Applied Soil Ecology*, v. 153, p. 103573, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103573>