



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**QUALIDADE DE SEMENTES DE ANGICO
(*Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan) COM USO DA TERMOTERAPIA**

JOSÉ GEORGE FERREIRA MEDEIROS

AREIA-PB

2016

JOSÉ GEORGE FERREIRA MEDEIROS

QUALIDADE DE SEMENTES DE ANGICO

(*Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan) COM USO DA TERMOTERAPIA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração Agricultura Tropical.

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Luciana Cordeiro do Nascimento

AREIA-PB

2016

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

M488q Medeiros, José George Ferreira.
Qualidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan)
com uso da termoterapia / José George Ferreira Medeiros. - Areia: UFPB/CCA,
2016.

xvi, 74 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade
Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientadora: Luciana Cordeiro do Nascimento.

1. Angico 2. Sementes - Patologia 3. Árvores florestais I. Nascimento, Luciana
Cordeiro do II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 582.736.1(043.2)

QUALIDADE DE SEMENTES DE ANGICO
(*Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan) COM USO DA TERMOTERAPIA

Tese defendida e aprovada em 24 /02/ 2016



Prof.ª. Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento

DFCA/CCA/UFPB

(ORIENTADORA)



Prof.ª. Dra. Élide Barbosa Corrêa

CCA/UEPB



Prof.ª. Dra. Nivânia Pereira da Costa

DA/CCHSA/UFPB



Prof.ª. Dra. Edna Ursulino Alves

DFCA/CCA/UFPB

AREIA-PB

2016

A **DEUS**, pelo presente da vida e por me guiar pelos caminhos de luz ...

A minha mãe **Josélia Fernandes Ferreira** (*in memoriam*)

“Sempre sonhamos juntos com este momento, e unidos agora estamos, separados apenas em planos espirituais. Pelos ensinamentos, carinho, amor e dedicação... Muito Obrigado minha querida e amada MÃE!”

Estarás sempre comigo em todos os momentos da minha vida...

OFEREÇO.

Ao meu pai **José Medeiros de Lima**

Minha gratidão pelos conselhos e pelo carinho...

A minha irmã **Emília Ferreira Medeiros**

Pela compreensão, dedicação e pelas as orações...

A minha namorada **Thamires Kelly Nunes Carvalho**

Pelo companheirismo e incentivo nos momentos mais difíceis...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do Curso de Doutorado.

À Capes pela concessão da bolsa de estudo.

À Profa. Dr^a. Luciana Cordeiro do Nascimento, pela amizade, orientação, incentivo, confiança e pelo exemplo de profissionalismo.

À Profa. Dr^a Nivânia Pereira da Costa, pelos ensinamentos, conselhos e por ter me apresentado ao universo científico.

Aos professores, Edna Ursulino Alves, Ademar Pereira de Oliveira, Silvanda Silva, Jacinto Batista, Walter Esfrain, Riselane Bruno, Ítalo Aquino, Jacob Souto e Lourival Cavalcanti pelos ensinamentos transmitidos.

Aos familiares pela confiança e pelas palavras de motivação.

À Luciano Flávio Barbosa pela amizade e convivência durante todo o período acadêmico.

Aos colegas do PPGA, Aderson Costa, Bruno Brito, Jeferson Dutra, José Madson, Vandefilson Lemos, Maria do Socorro, Leandro Firmino, Paulo Costa, Angeline Maria, Amanda Kelly, Robério Oliveira, Ovídio Paulo e Marina Matias. Muito obrigado por todos os momentos compartilhados.

Aos colegas do Laboratório de Fitopatologia, Kedma Maria, Andréa Celina, Wilza Carla, Hilderlane, Edcarlos Camilo, Cristiany Vitória e Jean Sousa pela troca de experiências e pelo convívio diário, todos vocês foram importantes para realização deste trabalho.

Aos funcionários, Francisca Maria, José Tomaz de Aquino, Cícera Eliane e Inaldo Gomes de Oliveira pelo apoio na realização deste trabalho.

À todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

MEDEIROS, J.G. F. **Qualidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) com uso da termoterapia**. 90f. Universidade Federal da Paraíba (Tese de Doutorado em Agronomia) Areia, PB, 2016.

RESUMO GERAL

O angico (*Anadenanthera colubrina*) é uma espécie florestal nativa, cuja população está sendo reduzida devido à extração de sua madeira. Existe uma preocupação com a extinção desta espécie, resultando em estudos relacionados à sua perpetuação, como a qualidade de sementes. Assim, este trabalho teve como objetivo geral avaliar a qualidade de sementes de *A. colubrina* coletadas nos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, submetidas à termoterapia, via calor úmido. Os lotes das sementes de angico foram constituídos a partir de nove árvores matrizes, localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB, Boa Vista-PB, Sumé-PB, Passa e Fica-RN, São Jose do Campestre-RN, Nova Cruz-RN, Custódia-PE, Sertânia-PE e Arcoverde-PE. Para o teste de sanidade os tratamentos utilizados foram a testemunha, composta por sementes sem tratamento, tratamento químico (dicarboximida) e os tratamentos térmicos, com temperaturas de 50, 60 e 70°C por 10, 20, 30 e 40 minutos de imersão. No teste de germinação, utilizaram-se os mesmos tratamentos da sanidade avaliando-se o percentual de germinação, primeira contagem, sementes mortas e duras, comprimento de plântulas e índice de velocidade de germinação. No teste de emergência os tratamentos utilizados foram os mesmos da sanidade avaliando-se percentual de emergência, primeira contagem de emergência, plântulas anormais e índice de velocidade de emergência. Os tratamentos foram arrançados no esquema fatorial 3 x 3 x 4 x 3 + 2. Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos (tempo de imersão), com a significância dos modelos verificados pelo teste F. Foram identificados nas sementes os fungos: *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp.; *Rhizopus* sp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. e *Cladosporium* sp. Os tratamentos térmicos nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C foram eficazes na redução de *Penicillium* sp.; *Rhizopus* sp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. e *Cladosporium* sp. A termoterapia não reduziu a qualidade fisiológica das sementes de angico e proporcionou um aumento nos percentuais de germinação e emergência das sementes.

Palavras-chave: Espécie florestal; Patologia de sementes; Tratamento físico.

MEDEIROS, J.G. F. *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan seeds quality with **thermotherapy**. 90s. Federal University of Paraíba (Doctoral Thesis in Agronomy) Areia, PB, 2016.

GENERAL ABSTRACT

Anadenanthera colubrina is a native tree species whose population is being reduced due to the wood extraction. There is concern about the extinction of this species, resulting in studies related to its perpetuation, as the quality of seeds. This work aimed to evaluate the quality of *A. colubrina* seeds collected in the states of Paraíba (PB), Pernambuco (PE) and Rio Grande do Norte (RN), Brazil, submitted to thermotherapy, via humid heat. The lots of *A. colubrina* seeds were recorded from nine trees matrix, located in the municipalities of São João do Cariri-PB, Boa Vista-PB, Sumé-PB, Passa e Fica-RN, São José do Campestre-RN, Nova Cruz -RN, Custódia-PE, Sertânia-PE and Arcoverde-PE. For the sanity test the treatments were control, consisting of seeds without treatment, chemical treatment (dicarboximide) and heat treatments with temperatures of 50, 60 and 70 °C for 10, 20, 30 and 40 minutes immersion. In the germination test, it was used the same treatments used for sanity test evaluating the percentage of germination, first count, dead and hard seeds, seedling length and germination speed index. In emergency test the treatments were the same used for sanity test evaluating emergency percentage, emergence first count, abnormal seedlings and emergence speed index. The treatments were carried out in a factorial 3 x 3 x 4 x 3 + 2. It was realized regression analysis for quantitative data (immersion time), with the significance of the models checked by F test. The fungi were identified in the seeds were: *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp.; *Rhizopus* sp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. and *Cladosporium* sp.. Heat treatments at temperatures of 50, 60 and 70 °C were effective in reducing *Penicillium* sp.; *Rhizopus* sp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. and *Cladosporium* sp. Thermotherapy did not reduce the physiological quality of *A. colubrina* seeds and resulted in an increase in the percentage of seeds germination and emergence.

Key-words: Forest species; Seed pathology; Physical treatment.

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO GERAL	vi
GENERAL ABSTRACT.....	vii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
CAPÍTULO I.....	xvi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral	3
2.2. Específicos.....	3
3. REFERÊNCIAL TEÓRICO	4
3.1. Descrição e Importância do Angico (<i>Anadenanthera colubrina</i> Vell. Brenan)	4
3.2. Sanidade de Sementes Florestais	5
3.2.1 Tratamento de Sementes no Controle de Fitopatógenos	6
3.2.2 Termoterapia no Controle de Fungos em Sementes.....	8
3.3 Qualidade Fisiológica de Sementes Florestais.....	9
4. REFERÊNCIAS.....	11
Capítulo II.....	19
RESUMO	20
ABSTRACT	21
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
2.1 Localização dos experimentos	24
2.2 Seleção de árvores matrizes de <i>A. colubrina</i>	24

2.3 Colheita e beneficiamento de frutos e sementes de angico.....	24
2.4 Determinação do teor de água	25
2.5 Qualidade sanitária de sementes de <i>A. colubrina</i> submetidas à termoterapia	25
2.6 Análise da germinação das sementes de <i>A. colubrina</i> submetidas à termoterapia	26
2.6.1 Teste de germinação	26
2.6.2 Primeira contagem de germinação.....	26
2.6.3 Percentual de sementes mortas	26
2.6.4 Percentual de sementes duras	27
2.6.5 Comprimento de plântulas	27
2.6.6 Índice de velocidade de germinação.....	27
2.7 Emergência de sementes de <i>A. colubrina</i> submetidas à termoterapia.....	27
2.7.1 Teste de emergência	27
2.7.2 Primeira contagem da emergência.....	28
2.7.3 Percentual de plântulas anormais.....	28
2.7.4 Índice de velocidade de emergência	28
2.8 Delineamento experimental e análise estatística	28
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.1 Análise sanitária.....	29
3.2 Análise fisiológica	46
3.3 Análise da emergência	58
4. CONCLUSÃO	67
5. REFERÊNCIAS	68

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Locais de coleta e teor de água das sementes de <i>Anadenanthera colubrina</i> oriundas de diferentes municípios dos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.....	29

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<p>Figura 1. Incidência de <i>Aspergillus niger</i> em sementes de <i>Anadenanthera colubrina</i> coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F), Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.....</p>	30
<p>Figura 2. Incidência de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de <i>Anadenanthera colubrina</i> coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Sumé-PB (B), Passa e Fica-RN (C), São José do Campestre-RN (D), Nova Cruz-RN (E), Custódia-PE (F), Sertânia-PE (G) e Arcoverde (H) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.....</p>	32
<p>Figura 3. Incidência de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de <i>Anadenanthera colubrina</i> coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F), Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.....</p>	34
<p>Figura 4. Incidência de <i>Rhizopus</i> sp. em sementes de <i>Anadenanthera colubrina</i> coletadas em matrizes localizadas nos municípios de Boa Vista-PB (A), Sumé-PB (B), Passa e Fica-RN (C), São José do Campestre-RN (D), Nova Cruz-RN (E), Custódia-PE (F) e Sertânia-PE (G) sob os efeitos do</p>	

- tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 36
- Figura 5. Incidência de *Fusarium* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de Sumé-PB (A), Passa e Fica-RN (B), São José do Campestre-RN (C), Nova Cruz-RN (D), Custódia-PE (E), Sertânia-PE (F) e Arcoverde (G) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 38
- Figura 6. Incidência de *Rhizoctonia* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de Boa Vista-PB (A), Sumé-PB (B), Passa e Fica-RN (C), São José do Campestre-RN (D), Nova Cruz-RN (E) e Sertânia-PE (F) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 40
- Figura 7. Incidência de *Botrytis* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F), Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 42
- Figura 8. Incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F), Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 44

- Figura 9. Germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F), Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 47
- Figura 10. Primeira contagem do teste de germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F) e Sertânia-PE (G) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 49
- Figura 11. Percentual de sementes mortas de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F), Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 51
- Figura 12. Percentual de sementes duras de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de Sumé-PB (A), Passa e Fica-RN (B), São José do Campestre-RN (C) e Sertânia-PE (D) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 53

Figura 13. Comprimento de plântulas de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Passa e Fica-RN (B), São José do Campestre-RN (C), Nova Cruz-RN (D), Custódia-PE (E), Sertânia-PE (F) e Arcoverde (G) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 55

Figura 14. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F) e Sertânia-PE (G) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 57

Figura 15. Emergência de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F), Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 60

Figura 16. Primeira contagem de emergência (PCE) de plântulas de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F), Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 62

Figura 17. Percentual de plântulas anormais no teste de emergência de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Nova Cruz-RN (C), Custódia-PE (D) e Arcoverde (E) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 64

Figura 18. Índice de velocidade de emergência de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C), Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F), Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente..... 66

CAPÍTULO I

QUALIDADE DE SEMENTES DE ANGICO

(*Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan) COM USO DA TERMOTERAPIA

1. INTRODUÇÃO GERAL

O uso de produtos florestais tais como, madeira, corantes e fibras para atender as diversas demandas da sociedade e o seu impacto sobre a conservação dos recursos florestais é uma preocupação global. Contudo, as regiões áridas e semiáridas geralmente se destacam pela densidade populacional e conseqüente importância e intensidade de uso desses recursos (PAREYN; VIEIRA, 2015). Apesar da riqueza botânica da caatinga, a alta demanda por lenha ou carvão pela indústria local e para uso doméstico torna-se a atividade extrativista insustentável e ilegal, devido às ações adotadas na exploração das espécies vegetais nativas (RIEGELHAUPT et al., 2010). Em 2012, no estado da Paraíba, constatou-se que o desmatamento ilegal de espécies florestais nativas correspondeu a 55,8% com 371.262 t de madeira retirada (NDAGIJIMANA et al., 2015).

No processo de implantação de programas de reflorestamento faz-se necessário um desempenho permanente para produção de mudas com qualidade, capazes de resistirem às condições adversas encontradas no campo e apresentarem crescimento vigoroso (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011). Mudas mais vigorosas permitem maior possibilidade de sucesso no estabelecimento da cultura, bem como maximizam seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo (LIMA et al., 2008).

O angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), Leguminosae, é uma das espécies que apresentam ampla distribuição no bioma caatinga, possui sementes com reprodução vigorosa, rápida germinação e que não apresentam dormência (RAMOS et al., 2014). Suas sementes exibem, também, alta taxa de germinação em uma ampla faixa de temperatura e originam plântulas resistentes ao dessecamento devido à presença dos órgãos de reserva e amido (MAIA, 2004).

A produção de mudas de espécies florestais é uma atividade de extrema importância no sistema de propagação e conservação de espécies. Porém, existem diversas limitações, principalmente em relação à sanidade, devido ao grande número de patógenos associados às sementes que resultam na sua deterioração (SALIB et al., 2012). Os fungos são considerados um dos mais importantes microrganismos que infectam as sementes, atribuindo a eles a disseminação de doenças, apodrecimento de sementes no solo, deterioração no período de armazenamento e a produção de micotoxinas (MARTINS et al., 2015).

A utilização de sementes livres de patógenos torna-se requisito indispensável para que espécies nativas possam ser utilizadas em programa de regeneração de espécies florestais da

Caatinga (OLIVEIRA et al., 2014). Fungos dos gêneros *Alternaria* sp., *Botrytis* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Chaetomium* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Pestalotia* sp., *Phoma* sp. e *Tricoderma* sp. foram relatados em sementes de angico (MACIEL et al., 2012; BEZERRA, et al., 2013).

O manejo de doenças disseminadas e propagadas por sementes requer uma grande importância e consiste, principalmente, na necessidade de preservar a qualidade sanitária do material utilizado para multiplicação na mesma região e garantir a formação de um estande uniforme (CELANO et al., 2012). Assim, os tratamentos sanitários devem ser obrigatórios, pois visam à eliminação de patógenos de campo e de armazenamento presentes nas sementes e que possam comprometer sua germinação e vigor (SCHNEIDER et al., 2015).

O tratamento físico de sementes é um dos métodos mais promissores e eficazes no manejo de fitopatógenos associados aos órgãos de propagação. Dentre estes, a termoterapia tem-se mostrado eficiente na redução de fungos dos gêneros *Ascochyta* sp., *Rhizoctonia* sp., *Phomopsis* sp., *Aspergillus* sp. e *Alternaria* sp. (OLIVEIRA et al., 2011; LAZAROTTO et al., 2013; GAMA et al., 2014). Consiste na exposição do material à ação do calor, em combinação com o período de tratamento, objetivando a eliminação ou redução de fitopatógenos.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a qualidade de sementes de angico coletadas nos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte e submetidas à termoterapia, via calor úmido.

2.2. Específicos

- ❖ Analisar a eficácia do uso da termoterapia na redução dos fungos em sementes de angico;

- ❖ Analisar a influência da termoterapia na germinação e emergência das sementes de angico.

3. REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1. Descrição e Importância do Angico (*Anadenanthera colubrina* Vell. Brenan)

O angico (*Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan) é uma espécie pertencente à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae, ocorrendo principalmente em florestas estacionais, distribuídas no Nordeste Brasileiro e, no Sul do Brasil em florestas sazonais localizadas dentro das bacias do Paraná e Paraguai (SOLDATI; ALBUQUERQUE, 2010). É uma planta decídua, heliófila, considerada como pioneira a secundária inicial, ocorrendo com mais frequência em florestas secundárias e ambientes alterados, adaptando-se bem em áreas úmidas com solos de boa disponibilidade hídrica, quanto em áreas secas, como no Cerrado (ALBUQUERQUE et al., 2011).

O angico apresenta-se com várias sinonímias, conhecidas popularmente como angico-branco, angico-vermelho e angico-preto (NERY, 2008). São árvores bastante exploradas devido ao teor de tanino presente em sua casca, muito utilizado no processo de curtimento de couro (CUNHA et al., 2014). Os taninos são encontrados em várias partes da planta, como madeira, casca, frutos e sementes, sendo encontrados em maior quantidade na casca do tronco e cascas de raízes, e em menor proporção em ramos finos e sementes (PAES et al., 2010). A atividade antimicrobiana atribuída aos taninos pode estar relacionada à presença de metabólitos secundários, como os compostos fenólicos (SIQUEIRA et al., 2012; NUNES, 2014).

Segundo os estudos relacionados à presença de taninos em extratos vegetais de plantas lenhosas, os mesmos indicaram que a fonte e a concentração destes metabólitos são fatores importantes no controle de microrganismos (MIN et al., 2008), inibindo enzimas bacterianas e fúngicas, atuando na membrana celular dos microrganismos e complexação com íons metálicos, diminuindo a disponibilidade de íons essenciais para a manutenção do metabolismo microbiano (SILVA et al., 2011).

Os frutos são caracterizados como legumes do tipo folículo, simples, deiscentes, glabro, de consistência seca, e formato linear ondulado, polispérmicos contendo de 9 a 14 sementes. O epicarpo é seco e opaco de coloração marrom claro, evidenciando os lóculos, onde estão localizadas as sementes de formato variando de arredondada a reniforme. As sementes são glabras, coriáceas, com testa rugosa, de coloração marrom, altamente polidas. A germinação é do tipo epígea, emergindo plântulas com raízes cilíndricas e pivotantes. Os

cotilédones são carnosos, de coloração marrom conhaque, com formato variando entre o longo e reniforme (BARRETTO et al., 2011).

O angico floresce o ano todo, o que faz ser muito utilizado na arborização de parques e praças e é recomendado no reflorestamento de mata ciliar em locais com ausência de inundação. Fornece pólen e néctar sendo importante na apicultura. Suas folhas têm efeito inseticida e quando murchas são altamente tóxicas, podendo causar a morte dos animais que as ingerirem, mas quando fenadas e secas constituem uma boa forragem (CASTRO; CAVALCANTE, 2010). O uso da resina e folhas, na forma de xarope e chá, é considerado depurativo do sangue (GONZALEZ; SILVA, 1987), é recomendada para reumatismo e bronquite (DESMARCHELIER et al., 1999).

Em função da sua ampla utilização, o angico foi apontado como prioridade para conservação in situ, na 1ª Reunião Técnica de "Estratégias para a Conservação e Gestão dos Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e Aromáticas do Brasil" (VIEIRA et al., 2002). Apresenta uma madeira pesada com elevada resistência mecânica e durabilidade sendo utilizada na construção rural, naval e civil, além de possuir um alto teor de lignina, sendo considerada excelente para a produção de álcool (SILVA, 2013).

3.2. Sanidade de Sementes Florestais

A qualidade sanitária das sementes é um requisito que assume grande importância para a produção de mudas saudáveis, uma vez que os microrganismos patogênicos associados a elas poderão causar anomalias e lesões nas plântulas, bem como a deterioração das sementes. No entanto os maiores danos são pela ação de diversos fungos durante sua fase de germinação (FANTINIEL et al., 2013).

As sementes podem apresentar baixo percentual de germinação em decorrência da degradação dos órgãos de reserva provocada por microrganismos patogênicos. A escassez de frutos em árvores de porte muito elevado faz com que a coleta das sementes seja realizada a partir de frutos ou sementes caídas ao solo, onde parte desses frutos e sementes é colonizada por diversos microrganismos (VECHIATO, 2010). Além de abrigar, as sementes, podem transportar microrganismos pertencentes a todos os grupos taxonômicos, podendo ser patogênicos ou não, por isso, sua identificação torna-se uma das ferramentas mais importantes para o manejo sanitário de doenças (BARROCAS; MACHADO, 2010).

A contaminação das sementes e frutos de espécies florestais poderá ocorrer no momento da coleta, pois, muitas vezes, os microrganismos estão diretamente na superfície do solo, que é um ambiente de sobrevivência de diversos fungos patogênicos, incluindo saprófitos e parasitas facultativos (LAZAROTTO et al., 2013).

Os fungos estão entre os principais microrganismos associados às sementes, responsáveis por causar vários danos, tanto na fase de campo, pós-colheita e durante o armazenamento, fase em que a deterioração poderá ocorrer pela ação específica de fungos dos gêneros *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp., afetando assim a sua qualidade fisiológica (PARISI, 2012).

Pesquisas relacionadas à patogenicidade de fungos em sementes de espécies florestais têm comprovado danos durante o armazenamento, devido a deterioração dos embriões em sementes de *Inga vera* Willd, provocado pelos patógenos *Pestalotiopsis* sp., *Phoma* sp., *Phomopsis diachenii* e *Colletotrichum gloeosporioides* (PARISI, 2012); *Rhizoctonia* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp., *Chaetomium* spp., *Epicoccum* spp., *Rhizopus* spp., *Phoma* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp. e *Mucor* spp., associados às sementes de aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) (PIVETA et al., 2014); *Aspergillus* spp., *Curvularia* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium*), após tratamentos térmicos via calor úmido (LAZAROTTO et al., 2013).

3.2.1 Tratamento de Sementes no Controle de Fitopatógenos

O tratamento de sementes pode ser considerado o resultado final da aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes, permitindo que as culturas expressem todo seu potencial genético. Inclui a aplicação de agrotóxicos, produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes ou processos físicos, como o tratamento térmico. A eficiência do tratamento de sementes visando o controle de patógenos depende do tipo e localização do patógeno, do vigor da semente e da disponibilidade de substâncias e processos adequados (MENTEN; MORAES, 2010).

O controle químico é uma das medidas mais eficientes na erradicação e redução de diversos agentes causadores de doenças, além de apresentar baixo custo (BOTELHO, 2006). No Brasil, são registrados 440 ingredientes ativos de produtos fitossanitários, correspondendo a 1.002 produtos comerciais. Destes, 33 ingredientes ativos são registrados para tratamentos

de sementes, entre eles 21 são fungicidas (SANTOS et al., 2011). Esses produtos são utilizados para controlar patógenos associados às sementes de várias espécies vegetais cultivadas, porém, para sementes de espécies florestais nativas, não existe fungicidas registrados.

Os métodos alternativos para proteção de plantas tem ganhado atenção mundial por causarem menos impactos ao meio ambiente em decorrência de sua origem, sejam estes físicos, biológicos, orgânicos ou naturais (BARROS et al., 2013). Diversos tratamentos podem ser utilizados visando à redução de microrganismos patogênicos associados às extratos vegetais com propriedades antimicrobianas (LAZAROTTO et al., 2013). A utilização de extratos vegetais tem mostrado resultados promissores no controle de diversos fungos fitopatogênicos, devido a sua ação fungitóxica natural (FLÁVIO et al., 2014), presente em diversas espécies vegetais, mostrando eficiência no controle de fungos como *Penicillium* sp., *Aspergillus candidus* e *A. flavus* em sementes de angico (SILVA et al., 2011). A atividade de compostos secundários de plantas tem se tornado uma alternativa no controle de fitopatógenos com potencial ecológico para substituir o emprego de produtos sintéticos, por meio da utilização de subprodutos de plantas medicinais como extratos etanólicos ou aquosos (VENTUROSOSO et al., 2011).

A termoterapia de órgãos propagativos é muito importante, pois elimina a maioria dos patógenos, geralmente sem afetar a germinação do órgão tratado, que podem ser sementes ou bulbos. Principalmente para a exportação, os tratamentos térmicos são utilizados para eliminar patógenos presentes em frutos ou sementes (BEDENDO et al., 2011). O tratamento térmico tem sido avaliado no controle de fungos em sementes de espécies florestais, a exemplo das sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) tratadas via calor úmido a 50 °C por 30 minutos, que foi suficiente para erradicar *Pestalotia* sp., *Ascochyta* sp., *Rhizoctonia* sp. e *Colletotrichum* sp. (LAZAROTTO et al., 2009).

A microbiolização é um método de controle biológico que tem como finalidade revestir a superfície das sementes por meio de microrganismos vivos, a fim de formar uma barreira protetora contra o ataque de diversos fitopatógenos (SILVA, 2013). De acordo com Carvalho et al., (2011) o tratamento de sementes com *Trichoderma harzianum* foi eficiente no controle de *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. e *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), enquanto em sementes de *Pinus elliottii* tratadas com *Trichoderma* spp. e *Bacillus subtilis* mostraram resultados positivos no controle *in vitro* de *Fusarium sambucinum* (MACIEL et al., 2014).

3.2.2 Termoterapia no Controle de Fungos em Sementes

A termoterapia é um método eficiente na erradicação de microrganismos, pois consiste na exposição das sementes a ação do calor seco ou úmido por um tempo determinado visando à erradicação do patógeno, além de não poluir o meio ambiente. Contudo, este método não confere proteção residual após o tratamento, podendo ocasionar danos às sementes durante o período de armazenamento (COUTINHO et al., 2007; BRAGA et al., 2010).

Do ponto de vista ambiental, o tratamento térmico é um método eficiente recomendado para eliminação de fungos patogênicos em sementes (ESTEFANI et al., 2007). O período ideal para submeter sementes ao tratamento térmico é aquele capaz de reduzir a incidência dos microrganismos sem comprometer à viabilidade das mesmas. Portanto, esse método deve ser aplicado de forma que o vigor das sementes não seja reduzido, o que poderia acelerar sua deterioração, tornando-as mais suscetíveis à ação de patógenos causadores de apodrecimento (LAZAROTTO et al., 2013). Para realizar o controle de forma eficiente, é necessário o conhecimento da sensibilidade diferencial ao estresse térmico entre a semente e o microrganismo, bem como a relação tempo-temperatura (FRANÇOSO; BARBEDO, 2014).

O tratamento térmico pode ser aplicado via calor úmido ou calor seco. O tratamento térmico, via calor seco, apresenta menor troca de calor que a via úmida, requerendo, portanto, maior tempo de exposição das sementes. No entanto, é mais simples e mais acessível, além de causar menos danos às sementes, já que não há o rompimento do tegumento e extravasamento de substâncias das sementes (MARTINS et al., 2011). Estudos realizados por Oliveira et al., (2011) demonstraram que a temperatura de 60 °C durante 5,10 e 20 minutos de imersão foram eficientes para erradicação de *A. niger* em sementes de *Amburana cearensis* e não afetou a qualidade fisiológica das mesmas.

Alguns fatores podem interferir nos resultados da termoterapia, como o tipo e procedência das sementes, ou seja, efeitos variáveis do tratamento térmico podem ser observados em relação a diferentes cultivares de uma mesma espécie ou diferentes lotes de um mesmo cultivar (LOPES; ROSSETTO, 2004;), além das condições climáticas da região, a exemplo da umidade e temperatura do ambiente, onde as sementes foram produzidas. Outro fator a ser considerado é a condição fisiológica das sementes, isto é, sementes mais vigorosas, assim como sementes dormentes, são mais tolerantes a temperaturas elevadas do que sementes com vigor comprometido e não dormente (GROOT et al., 2012).

Pesquisas relacionadas à patogenicidade de fungos em sementes de espécies florestais comprovaram a redução da incidência da maioria dos fungos presentes em sementes de *Eugenia brasilienses* e *E. uniflora*, exceto *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e *Chaetomium* sp., em *E. brasiliensis* (FRANÇOSO, 2012). Autores já relataram a incidência de fungos dos gêneros *Cladosporium* sp.; *Colletotrichum* sp., *Aspergillus* sp.; *Fusarium* sp.; *Botrytis* sp. em espécies florestais, causando a diminuição do vigor das sementes (ARAÚJO et al., 2013; CARDOSO et al., 2015).

3.3 Qualidade Fisiológica de Sementes Florestais

A germinação é um processo bastante complexo em que a semente recupera-se rapidamente da secagem que sofreu no final do processo de maturação, reiniciando com uma intensidade sustentada do seu metabolismo, proporcionando eventos celulares indispensáveis para a emergência do embrião, que são essenciais para o crescimento subsequente das mudas (NONOGAKI et al., 2010). Os conceitos mais aceitos a respeito deste fenômeno são do ponto de vista econômico ou tecnológico, onde são consideradas germinadas as sementes que emergirem acima da superfície do solo ou formação de uma plântula vigorosa sobre um substrato (FLORES, 2011).

Os processos que envolvem a germinação de sementes iniciam-se com a absorção de água e ativação do metabolismo, seguido pelo rompimento do tegumento, emissão da radícula e crescimento da plântula (CHAVES et al., 2013). A água é o fator de maior importância no processo de germinação de sementes (BARRETO et al., 2010), possibilitando a reidratação dos tecidos após a embebição, aumentando a respiração e metabolismo, desta forma fornecendo energia e nutrientes necessários para o desenvolvimento do eixo embrionário (FAVA et al., 2011). A velocidade com que a semente absorve água varia com a espécie, permeabilidade do tegumento, condições fisiológicas, disponibilidade de água, composição química, forças intermoleculares, pressão hidrostática, temperatura e área de contato da semente com a água (CARVALHO et al., 2012).

As sementes de espécies florestais possuem, de maneira geral, baixo percentual de germinação, devido à deterioração das sementes, anomalias e lesões provocadas nas plântulas pelos microrganismos (VECHIATO et al., 2013). A dormência é um dos principais problemas para a produção de mudas de espécies florestais nativas. Portanto, ela pode ser interpretada como um fenômeno de não germinação, em que sementes de determinada espécie, mesmo

sendo viáveis, e tendo todas as condições ambientais favoráveis deixam de germinar (SILVA; ROSA, 2012). Embora seja um recurso utilizado pelas plantas produtoras de sementes, para perpetuação de suas espécies, a dormência pode ser uma característica negativa para o homem que necessita manejá-las agronomicamente (COSTA et al., 2010).

De modo geral, existem duas categorias de dormência em sementes: a tegumentar ou exógena e a embrionária ou endógena. A dormência tegumentar está associada à impermeabilidade do tegumento à água ou gases, enquanto a embrionária pode relacionada à imaturidade do embrião, ou à inibição fisiológica que a impeça de se desenvolver (FOWLER; BIANCHETTI, 2000).

A dormência impede a germinação, mas é uma adaptação para a sobrevivência das espécies a longo prazo, pois geralmente faz com que as sementes mantenham-se viáveis por maior período de tempo, sendo quebrada em situações especiais, como mudanças nos fatores climáticos. Para o silvicultor, a dormência tanto pode servir para manter as sementes por longos períodos, como pode ser um bloqueio à germinação, impedindo-a ou tornando-a irregular e, como consequência, dificultando a produção de mudas por via sexuada (AGRA et al., 2015).

Conhecer os fatores ambientais permite otimizar a quantidade, velocidade e uniformidade da germinação e produzir mudas vigorosas de baixo custo, tendo como principais fatores do ambiente que influem na germinação como luz, temperatura, água, meio de crescimento, recipiente, nutrientes, alelopatia, fauna e microrganismos (TURCHETTO et al., 2015).

4. REFERÊNCIAS

AGRA, P.F.M.; GUEDES, R.S.; SILVA, M.L.M.; SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A.; ALVES, E.A. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1191-1202, 2015.

ALBUQUERQUE, U. P.; SOLDATI, G. T.; SIEBER, S. S.; MEDEIROS, P. M.; SÁ, J. C.; SOUZA, L. C. Rapid ethnobotanical diagnosis of the Fulni-ô Indigenous lands (NE Brazil): floristic survey and local conservation priorities for medicinal plants. **Environment, Development and Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 277-292, 2011.

ARAÚJO, E.R.; ANDRADE, L.A.; REGO, E.R.; GONCALVES, E.P.; ARAUJO, E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de aroeira produzidas no estado da Paraíba. **Revista Agrotécnica**, v. 34, n. 1, p. 9-20, 2013.

BARRETTO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de leguminosae mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium cortisiliqum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v.33, n. 2. p. 223-232, 2011.

BARRETO, H. B. F.; FREITAS, R. M. O.; OLIVEIRA, L. A. A.; ARAUJO, J. A. D.; COSTA, E. M. Efeito da irrigação com água salina na germinação de Sementes de sábia (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.3, p. 125-130, 2010.

BARROCAS, E. N.; MACHADO. J. C. Inovações tecnológicas em patologia de sementes. Introdução a patologia de sementes e testes convencionais de sanidade de sementes para a detecção de fungos fitopatogênicos. **Informativo ABRATES**. Lavras-MG, v.20, n.3. p.74-75, 2010.

BARROS, L. S.; ADORIAM, A. I.; KOBAYASTI, L. Uso de extratos vegetais na inibição do crescimento micelial in vitro de *Acremonium sp.* e *Fusarium verticillioides*. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.16, p.2072-2076, 2013.

BEDENDO, I. P.; MASSOLA JÚNIOR, N. S.; AMORIM, L. **Controles cultural, físico e biológico de doenças de plantas**. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de fitopatologia. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2011. cap. 17, p. 367-388.

BEZERRA, R. M. R.; ASSIS, M. M.; SANTOS, G. J. C.; CUNHA, M. C. L. Avaliação da incidência de fungos em sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) com diferentes anos de coleta e tempo de armazenamento. **Scientia Plena**, v. 8, n.4, p.73, 2013.

BOTELHO, L.S. **Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius*) e aroeira-salsa (*Schinus molle*): incidência, efeitos na germinação, transmissão para plântulas e controle.** 115 f. Dissertação (Mestrado em agronomia), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BRAGA, M. P.; OLINDA, R. A.; HOMMA, S. K.; DIAS, C. T. S. Relações entre tratamento térmico, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 101-110, 2010.

CARDOSO, A. M. S.; DAVID, A. M. S.; CARVALHO, A. R. J.; SALES, A. R. P.; SOUZA, M. D. C. Tratamento químico na qualidade sanitaria e na germinação de sementes de *Jatropha curcas* L. **Comunicata Scientiae**. v.6, n.1, p. 41-48, 2015.

CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S.C.M.; LOBO JÚNIOR, M.; GERALDINE, A. M. Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.8, p.822-828, 2011.

CARVALHO, C. A. M.; GUIMARÃES, R. M. SILVA, T. T. A. Condicionamento fisiológico em matriz sólida de sementes de café (*Coffea arabica* L.) com e sem pergaminho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.1, p. 94-98, 2012.

CASTRO, A. S.; CAVALCANTE, A. **Flores da caatinga- Caatinga flowers: Angico.** Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2010, 114 p.

CELANO. M.M.; MACHADO, J.C.; JACCOUD FILHO, D.S.; GUIMARÃES, R.M. Avaliação do potencial de uso da restrição hídrica em teste de sanidade de sementes de trigo visando à detecção de fungos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4 p. 613-618, 2012.

CHAVES, A. P.; LIMA, J. S. S.; RIBEIRO, M. C. C.; BENEDITO, C. P.; RODRIGUES, G. S. O. Efeito da salinidade na emergência e desenvolvimento de plântulas de flamboyant. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 3, p. 119-123, 2013.

COSTA, P. A.; LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; FREITAS, H. Quebra de dormência em sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 83-88, 2010.

COUTINHO, W. M.; SILVA-MANN, R.; VIEIRA, M. G. G. C.; MACHADO, C. F.; MACHADO, J. C. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas a termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 458-464, 2007.

CUNHA, M, C. L.; MEDEIROS, M, M.; SANTOS, G. J. C. **Resposta da Germinação de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm. às Variações de Temperatura e Substrato.** In: Workshop de Sementes e Mudanças da Caatinga, 2014, Petrolina. Anais do IV Workshop de Sementes e Mudanças da Caatinga, 2014.

DESMARCHELIER, C.; ROMÃO, R. L.; COUSSIO, J.; CICCIA, G. Antioxidant and free radical scavenging activities in extracts from medicinal trees used in the “caatinga” region of northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 67, n. 1, p. 69-77, 1999.

ESTEFANI, R. C. C.; MIRANDA FILHO, R. J.; UESUGI, C. H. Tratamentos térmico e químico de sementes de feijoeiro: eficiência na erradicação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e efeitos na qualidade fisiológica das sementes. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 434-438, 2007.

FANTINIEL, V. S.; OLIVEIRA, L.M.; MUNIZ, M.F.B.; ROCHA, E.C. Detecção de fungos e transmissão de *Alternaria alternata* via sementes de ipê-amarelo, *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC) Mattos. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.7, n.2, p. 05-14, 2013.

FAVA, C. L. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Emergência de plântulas de *Copernicia alba* (Morong ex Morong e Britton) em função da escarificação mecânica e imersão de sementes em água corrente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.17, n.2, p.127-132, 2011.

FLÁVIO, N. S. D. S.; SALES, N. L. P.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; AQUINO, L. F. S.; CATÃO, H. C. R. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n.1, p. 7-20, 2014.

FLORES, A.V. **Germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* (SCHOTT) sob diferentes temperaturas: aspectos morfofisiológicos e enzimáticos**, 78f. Tese, (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

FOWLER, A. J. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).

FRANÇOSO, C. B.; BARBEDO, C. J. Tratamentos osmóticos e térmicos para controle de fungos em sementes de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Hoehnea**, v. 4, n.41, p.541-552, 2014.

FRANÇOSO, C.F. **Tratamentos térmicos e osmóticos para controle de fungos associados a sementes de *Eugenia brasilienses* e *Eugenia uniflora***. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2012.

GAMA, J.S.N.; ARAUJO NETO, A.C.; BRUNO, R.L.A.; PEREIRA JUNIOR, L.R.; MEDEIROS, J.G.F. Thermoherapy in treating fennel seeds (*Foeniculum vulgare* Mill.): effects on health and physiological quality. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 842-849, out-dez, 2014.

GONZALEZ, F.; SILVA, M. A survey of plants with antifertility properties described ind the South American folk medicine. **Abstract Princess Congress**, v. 10-13 p. 20, 1987.

GROOT, S.P.C.; BIMBAUM, Y; ROP, N.; JALINK, H. FORSBERG, G.; KROMPHARDT, C.; WERNER, S.; KOCH, E. Effect of seed maturity on sensitivity of seeds towards physical sanitation treatments. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 34, p. 403-413, 2012.

LAZAROTTO, M.; GIRARDI, L. B.; MEZZOMO, R.; PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Tratamentos alternativos para o controle de patógenos em sementes de cedro (*Cedrela fissilis*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 75-78, 2009.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M.F.B.; BELTRAME, R.; SANTOS, A.F.; MÜLLER, J.; ARAÚJO, M. M. Tratamentos biológico e químico em sementes de *Cedrela fissilis* para controle de *Rhizoctonia* sp. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 169-175, jan./mar. 2013.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M.F.B.; BELTRAME, R.; SANTOS, A.F.; BLUME, E. Qualidade fisiológica e tratamentos de sementes de *Cedrela fissilis* procedentes do sul do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.2, p.201-210, 2013.

LIMA, J.D., SILVA, B.M.S., MORAES, W.S., DANTAS, V.A.V., ALMEIDA, C.C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, v.38, n.2 p.5-10, 2008.

LOPES, F.S.; ROSSETTO, C.A.V. Qualidade de sementes de tomate influenciada pelos tratamentos térmico e osmótico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n.3, p. 642-646, 2004.

MACIEL, C. G.; WALKER, C.; MUNIZ, M. F. B.; ARAÚJO, M. M. Antagonismo de *Trichoderma* spp. e *Bacillus subtilis* (UFV3918) a *Fusarium sambucinum* em *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.3, p.505-512, 2014.

MACIEL, C. G.; MUNIZ, M. F. B.; SANTOS, A.F.; LAZAROTTO, M. Detecção, transmissão e patogenicidade de fungos em sementes de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*). **Summa Phytopathologica**, v.38, n.4, p.323-328, 2012.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores arbustos e suas utilidades**. São Paulo: Leitura e Arte. 2004. 413 p.

MARTINS, A.L.; SANTANA, E.V.P.; SILVA JUNIOR, J.L.; CARVALHO, J.J.; SILVA, E.S. Fitopatógenos associados às sementes de mucuna-preta do banco de germoplasma da universidade do Tocantins armazenadas em diferentes condições. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.9, n.2, abr, 2015.

MARTINS, C. A. S.; LOPES, J. C.; MACÊDO, C. M. P. Tratamentos pré-germinativos em sementes de quiabo em diferentes estádios de maturação do fruto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1759-1770, 2011.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

MIN, B. R.; PINCHAK, W. E.; MERKEL, R.; WAKER, S.; TOMITA, G.; ANDERSON, R. C. Comparative antimicrobial activity of tannins extracts from perennial plants on mastitis pathogens. **Scientific Research and Essay**, v.3, n. 2, p. 6673, 2008.

NDAGIJIMANA, C.; PAREYN, F.G.C.; RIEGELHAUPT, E. **Uso do solo e desmatamento da caatinga: um estudo de caso na Paraíba e no Ceará – Brasil**. In: PAREYN, F.; VIEIRA, J. L. Estatística florestal da Caatinga. Recife: APNE, v. 2, Cap. 2, p. 18-29. 2015.

NERY, F. C. **Germinação, cultivo in vitro e tolerância ao congelamento de sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan)**. 2008. 217f. Tese. (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, 2008.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G.W.; BEWLEY, J. D. Germination-still a mystery. **Plant Science**, v. 179, n. 6, p. 574-581, 2010.

NUNES, L. E. **Potencial antifúngico da *Anadenanthera colubrina* (vellozo) Brenan (angico) associada ao fluconazol frente à *Candida albicans***. 2014. 107f. Dissertação (Mestrado em ciências Farmacêuticas) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

OLIVEIRA, S.; TAVARES, L. C.; LEMES, E. S.; BRUNES, A. P.; DIAS, I. L.; MENEGHELLO, G. E.; Tratamento de sementes de *Avena sativa* L. com zinco: qualidade fisiológica e desempenho inicial de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 1131-1142, maio/jun. 2014.

OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. A.; GONÇALVES, E. P.; GUEDES, R. S.; SILVA NETO, J. J. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. A., CAIRO, P. A. R., NOVAES, A. B. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.6, p.1173-1180. 2011.

PAES, J. B.; SANTANA, G. M.; AZEVÊDO, T. K. B.; MORAIS, R. M.; CALIXTO JÚNIOR, J.T. Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. cebil (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, v.38, n. 87, p.441-447, 2010.

PAREYN, F.; VIEIRA, J. L. **Estatística florestal da Caatinga**. Recife: APNE, v. 2, 2015. 142p.

PARISI, J. J. D. **Associação entre fungos e a viabilidade de sementes de *Inga vera* subsp. *affinis* (Dc.) T. D. Penn. durante o armazenamento**. 98f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2012.

PIVETA, G.; MUNIZ, M. D. F. B.; REINIGER, L. R. S.; DUTRA, C. B.; PACHECO, C. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de Aroeira-Preta (*Lithraea molleoides*) submetidas a métodos de superação de dormência. **Ciência Florestal**, vol. 24, n. 2, p.289 – 297, 2014.

RAMOS, D. L. D.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; Dantas, B. F. Açúcares Redutores em Plântulas de Angico Submetidas a Estresse Salino. In: **Anais do IV Workshop de Sementes e Mudanças da Caatinga**. 2014. p. 83.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética e o manejo florestal da Caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Ed.). **Uso e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: SFB, 2010. p. 65-75.

SALIB, N.C.; CRUZ, F.C.; SOUZA, T. C. Incidência de fitopatógenos associados às sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Ciência e Tecnologia**. v. 12, n. 1, p.24-31. 2012.

SANTOS, A.F.; PARISI, J.J.D.; MENTEN, J.O.M. Tratamento de sementes florestais. In: **Patologia de Sementes Florestais**. 1º ed. Colombo: Embrapa Florestas, p. 105-114. 2011.

SCHNEIDER, C. F.; GUSATTO, F. C.; MALAVASI, M. J.; STANGARLIN, R.; MALAVASI, U. C. Termoterapia na qualidade fisiológica e sanitária de sementes armazenadas de pinhão-manso. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 47-56, jan./fev. 2015.

SILVA, C. F.; LÔBO, K. M. S.; ATHAYDE, A. C.R.; SILVA, W. W.; LIMA, E. Q.; PEQUENO, N. F. Avaliação da resposta hematológica dos animais tratados com *Typha domingensis* Pers e *Operculina hamiltonii* sobre nematóides gastrintestinais de caprinos. **Ciência. Agrotécnica** , Lavras, v. 35, n. 3, p. 568-574, 2011.

SILVA, C. T. A. C.; ROSA, A. P. M. Tratamentos para a superação da dormência em sementes de orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliqum* (Vell.) Morong). **Scientia Agrárias**, v. 2. n.2, p. 79-90, 2012.

SILVA, C.M.A. **Metabólitos secundários de plantas do semi-árido de pernambuco – uma inovação no controle de fitopatógenos**. 2013. 112f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Fisiologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SILVA, T. W. R. **Associação de *Fusarium* spp. com sementes de *Pinus taeda*: detecção, transmissão, patogenicidade e biocontrole**. 2013. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SIQUEIRA, C. F. Q.; CABRAL, D. L. V.; PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; AMORIM, E. L. C.; MELO, J. G.; ARAÚJO, T. A. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Levels of tannins and flavonoids in medicinal plants: evaluating bioprospecting strategies. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, p. 1-7, 2012.

SOLDATI, G. T.; ALBUQUERQUE, U. P. Impact assessment of the harvest of a medicinal plant (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) by a rural semi-arid community (Pernambuco), northeastern Brazil. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 6, n. 3-4, p. 106-118, 2010.

TURCHETTO, F.; TABALDI, L.A.; RORATO, D.G.; GOMES, D.R. Aspectos ecofisiológicos limitantes da regeneração natural. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v.3, n.1, p.18-30, 2015.

VECHIATO, M. H. **Importância da qualidade sanitária de sementes florestais na produção de mudas.** Comunicado Técnico do Instituto Biológico: São Paulo. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, 2010. 119p.

VECHIATO, M. H. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. **Biológico**, São Paulo, v.75, n.1, p.27-32, jan./jun, 2013.

VENTUROSOS, L. R.; BACCHI, L. M. A.; Gavassoni, W. L. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.1, p.18-23, 2011.

VIEIRA R. F.; SILVA, S. R.; ALVES, R. B. N.; SILVA, D. B.; WETZEL, M. M. V. S.; DIAS, T. A. B.; UDRY, M. C.; MARTINS, R.C. Estratégias Conservação e Manejo de Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e aromáticas. **Resultados da 1 Reunião Técnica. Embrapa/Ibama/CNPq** Brasília, p.184, 2002.

Capítulo II

**TERMOTERAPIA SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES DE ANGICO
(*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) COLETADAS NOS ESTADOS DA
PARAÍBA, PERNAMBUCO E RIO GRANDE DO NORTE**

MEDEIROS, J. G. F. **Termoterapia sobre a qualidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) coletadas nos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.** (Tese de Doutorado em Agronomia). Areia: CCA/UFPB, 2016.

RESUMO

O tratamento térmico é utilizado, frequentemente, para superação de dormência em sementes florestais; porém, este ainda possui potencial para controle de microrganismos veiculados pelas sementes. Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência da termoterapia em sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) sobre a qualidade sanitária e fisiológica, coletadas nos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Foram selecionadas nove matrizes, localizadas nos municípios de São João do Cariri-PB, Boa Vista-PB, Sumé-PB, Passa e Fica-RN, São José do Campestre-RN, Nova Cruz-RN, Custódia-PE, Sertânia-PE e Arcoverde-PE. Para o teste de sanidade os tratamentos utilizados foram compostos por sementes não tratadas (testemunha), tratamento químico e o tratamento térmico com temperaturas de 50, 60 e 70 °C por 10, 20, 30 e 40 minutos de imersão. No teste de germinação, utilizaram-se os mesmos tratamentos da sanidade sendo avaliados o percentual de germinação, primeira contagem, sementes mortas e duras, comprimento de plântulas e índice de velocidade de germinação. No teste de emergência também aplicaram-se os tratamentos utilizados na sanidade e avaliaram-se percentual de emergência, primeira contagem de emergência, plântulas anormais e índice de velocidade de emergência. Foram identificados nas sementes os fungos *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp.; *Rhizopus* sp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. e *Cladosporium* sp. A termoterapia nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C por 10, 20, 30 e 40 minutos de imersão foram eficazes na redução de *Penicillium* sp.; *Rhizopus* sp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. e *Cladosporium* sp. A termoterapia não prejudicou a qualidade fisiológica das sementes de angico e proporcionou um aumento nos percentuais de germinação e emergência.

Palavras-chave: Sementes florestais; Controle físico; Patologia de sementes.

MEDEIROS, J. F. **Thermotherapy on the *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan seeds quality collected in the states of Paraíba, Pernambuco and Rio Grande do Norte, Brazil.** (Doctoral Thesis in Agronomy). Areia: CCA / UFPB, 2016.

ABSTRACT

The heat treatment is used often to overcome dormancy in forest seeds; however, this still has the potential to control microorganisms transmitted by seeds. The aim of this study was to evaluate the efficiency of thermotherapy in seeds of *Anadenanthera colubrina* on the health and physiological quality, collected in the states of Paraíba, Pernambuco and Rio Grande do Norte, Brazil. Nine matrix trees, located in the municipalities of São João do Cariri-PB, Boa Vista-PB, Sumé-PB, Passa e Fica-RN, São José do Campestre-RN, Nova Cruz-RN, Custódia-PE, Sertânia-PE and Arcoverde-PE were collected. For the sanity test the treatments were composed of untreated seeds (control), chemical treatment and thermal treatment with temperatures of 50, 60 and 70 °C for 10, 20, 30 and 40 minutes immersion. In the germination test, it was used the same sanity treatments being evaluated the percentage of germination, first count, dead and hard seeds, seedling length and germination speed index. In emergency test also were applied treatments used in sanity and evaluated emergency percentage, emergence first count, abnormal seedlings and emergence speed index. The fungi were identified in the seeds *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp.; *Rhizopus* spp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. and *Cladosporium* sp. Thermotherapy at temperatures of 50, 60 and 70 °C for 10, 20, 30 and 40 minutes of immersion time were effective in reducing *Penicillium* sp.; *Rhizopus* spp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. and *Cladosporium* sp.. Thermotherapy did not reduce the physiological quality of *A. colubrina* seeds and resulted in an increase in the percentage of germination and emergence.

Key-words: Forest seeds; Physical control; Seed pathology.

1. INTRODUÇÃO

O uso insustentável dos recursos naturais do bioma caatinga tem levado à perda de espécies endêmicas, alteração de processos ecológicos e à formação de núcleos de desertificação, o que aumenta a necessidade de recuperação deste bioma (DANTAS et al., 2014). As espécies ocorrentes na caatinga possuem diversos tipos de uso, que vai desde madeireiro até produção de carvão, além de outros produtos florestais como frutos, medicinal, fibras, apícola, forrageiro, entre outros (PEREIRA JÚNIOR et al. 2014).

Algumas espécies já estão ameaçadas de extinção e incluídas na lista vermelha do Centro Nacional de Conservação da Flora (MARTINELLI; MORAES, 2013), como o angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan) que possui um alto nível de extrativismo, existindo uma preocupação com a conservação e propagação desta espécie (PEREIRA, 2011).

A espécie *A. colubrina*, conhecida no Brasil como angico-branco, angico-liso, dentre outros, é uma espécie lenhosa largamente distribuída pelos ecossistemas das regiões nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil (MORIM, 2016). É uma planta decídua, heliófita e característica de mata secundária, sendo uma espécie pioneira, rústica e de rápido crescimento, indicada para reflorestamentos heterogêneos com fins preservacionistas. Essa espécie pode apresentar até 20 m de altura e suas flores são de brancas a amareladas, perfumadas e estão dispostas em inflorescências terminais (LORENZI, 2008).

O sistema de produção de mudas de espécies florestais da Caatinga é uma atividade fundamental no processo de recuperação de áreas degradadas. Porém, apresenta uma série de restrições, principalmente de origem sanitária, devido ao grande número de patógenos associados às sementes e, conseqüentemente às mudas resultantes (SILVA, 2015). A qualidade sanitária das sementes é um dos mais importantes aspectos relacionados à produção de mudas saudáveis, pois microrganismos podem causar anormalidades e lesões nas plântulas, bem como deterioração das sementes (BERGHETTI et al., 2015).

A ocorrência de fungos nas sementes pode resultar em grandes perdas nos lotes, assim, torna-se necessário estabelecer medidas de controle efetivas que venham garantir a qualidade sanitária. Fungos dos gêneros *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Thielaviopsis* sp., *Botrytis* sp., *Alternaria* sp., *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. têm sido relatados em sementes de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) (ARAÚJO et al., 2013; MEDEIROS et al., 2013).

O controle de doenças disseminadas e propagadas por sementes requer uma grande importância e consiste, principalmente, na necessidade de preservar a qualidade sanitária do material utilizado para multiplicação na mesma região e garantir a formação de um estande uniforme.

O tratamento térmico baseia-se no efeito das temperaturas elevadas sobre a atividade celular dos patógenos, sendo que o mecanismo mais provável responsável pela morte em altas temperaturas seja a desnaturação de proteínas e enzimas, importantes para o metabolismo celular (FRANÇOSO; BARBEDO, 2014). Para aplicação desse tratamento, devem ser considerados alguns aspectos como a umidade, injúria, dormência, além das variações de sensibilidade ao calor da espécie (PARISI et al., 2011). Mais pesquisas com relação aos efeitos das temperaturas e tempos de exposição, sobre a qualidade fisiológica das sementes e o controle de patógenos são essenciais (SCHNEIDER et al., 2015).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da termoterapia sobre a qualidade das sementes angico coletadas nos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Fitopatologia (LAFIT) e Tecnologia de Sementes (LAS) pertencentes ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia – PB.

2.2 Seleção de árvores matrizes de *A. colubrina*

Foram selecionadas nove matrizes para a presente pesquisa, localizadas nos estados na Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco. Em cada Estado foram escolhidos três municípios para efetuar a identificação e georeferenciamento das árvores matrizes, sendo escolhidas cinco árvores em cada município para fazer o acompanhamento dos critérios de seleção e, àquelas que apresentaram os melhores padrões foram selecionadas. Assim, apenas uma árvore foi selecionada em cada município de coleta.

Os critérios para seleção dos indivíduos foram grande número de inflorescências, boa formação da copa e aparência fitossanitária satisfatória.

Os municípios de coleta das sementes em cada estado foram: **Paraíba:** Lote A - São João do Cariri (S 7°23' 27" W 36°32' 7"), Lote B - Boa Vista (S 7°14' 34" W 36°14' 11") e Lote C - Sumé (S 7°40' 18" W 36°52' 18"); **Rio Grande do Norte:** Lote D - Passa e Fica (S 6°26' 11" W 35°38' 6"), Lote E - São José do Campestre (S 6°18' 44" W 35°42' 9") e Lote F - Nova Cruz (S 6°28' 45" W 35°26' 7"); **Pernambuco:** Lote G - Custódia (S 8°4' 55" W 37°38' 15"), Lote H - Sertânia (S 8°4' 28" W 37°15' 3") e Lote I - Arcoverde (S 8°25' 10" W 37°3' 51"), constituindo-se de três lotes por estado.

2.3 Colheita e beneficiamento de frutos e sementes de angico

Os frutos de *A. colubrina* foram coletados com auxílio de podômetro, diretamente de árvores matrizes representativas nos municípios citados no item anterior (2.3). Foram realizadas observações mensais durante o período de 12 meses, entre Junho e Novembro de

2014, registrando a presença das fenofases brotamento, botão floral, floração plena e frutificação, conforme metodologia descrita por Lima et al. (2014).

Após a colheita, os frutos, em condições de laboratório, foram dispostos em bandejas para facilitar o processo de aeração até o momento do beneficiamento, que ocorreu um dia após a colheita. As sementes foram beneficiadas em bancadas previamente desinfestadas, sendo selecionadas manualmente, eliminando aquelas deformadas, tanto por danos mecânicos quanto por pragas, mantendo uma seleção visualmente homogênea.

2.4 Determinação do teor de água

O teor de água nas sementes foi determinado pelo método padrão da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas (BRASIL, 2009). Foram utilizadas quatro amostras de 50 sementes para cada matriz. Decorrido o período de secagem, as amostras foram colocadas em dessecador por aproximadamente 10 minutos e, em seguida feitas as pesagens em balança analítica com precisão de 0,001 g e determinado o cálculo da umidade. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso das amostras úmidas.

2.5 Qualidade sanitária de sementes de *A. colubrina* submetidas à termoterapia

Para o teste de sanidade, as sementes foram colocadas em sacos confeccionados com gaze e amarrados com cordão de algodão para posterior imersão em água aquecida, utilizando Banho Maria Digital Tecnal Te 184.

Os tratamentos utilizados foram a testemunha que consistiu em sementes imersas em água destilada e esterilizada (ADE) na temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) por 5 minutos conforme Scheider et al. (2015); o tratamento químico, sendo utilizado o fungicida de contato dicarboximida na dosagem de 240 g /100 Kg de sementes e os tratamentos térmicos, sendo utilizadas as temperaturas de 50, 60 e 70°C por 10, 20, 30 e 40 minutos de imersão.

Após o tratamento térmico, as sementes foram incubadas em placas Petri (90 x 15mm), sobre uma dupla camada de papel filtro esterilizado e umedecido com ADE e mantidas a uma temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, por um período de sete dias.

A avaliação da incidência de fungos nas sementes de angico foi realizada com o auxílio do microscópio estereoscópico óptico, adotando-se como critério para identificação a

comparação de características descritas na literatura específica (MARTHUR; KONGSDAL, 2003; CASA et al., 2005; ZAUZA et al., 2007).

2.6 Análise da germinação das sementes de *A. colubrina* submetidas à termoterapia

2.6.1 Teste de germinação

Os testes de germinação foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia, onde foram utilizados os mesmos tratamentos da análise sanitária, descritos anteriormente (item 2.5). Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram submetidas ao teste de germinação em câmara tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) regulada em regime de temperatura 25 °C e fotoperíodo de doze horas.

As sementes foram distribuídas em papel Germitest, previamente esterilizado em estufa a 120 °C por 2 horas. O volume de água destilada utilizado para embebição do papel foi equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. Foi avaliado o número total de sementes germinadas ao 10º dia após a semeadura sendo os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2013).

2.6.2 Primeira contagem de germinação

Correspondeu à porcentagem acumulada de plântulas, observando-se a emergência dos cotilédones e o surgimento do hipocótilo, ao 4º dia após o início do teste (BRASIL, 2013).

2.6.3 Percentual de sementes mortas

Classificaram-se como sementes mortas aquelas que, ao final do teste de germinação encontravam-se úmidas, com aspecto macio e, em alguns casos, atacadas por microrganismos, muitas vezes emitindo secreções com aspecto purulento (BRASIL, 2009).

2.6.4 Percentual de sementes duras

Consideraram-se como sementes duras aquelas que não absorveram água e apresentaram-se, ao final do teste de germinação, com aspecto enrijecido, sendo os dados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

2.6.5 Comprimento de plântulas

Ao final do teste de germinação, o comprimento de plântulas normais de cada repetição foi determinado, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em centímetros por plântula (BRASIL, 2009).

2.6.6 Índice de velocidade de germinação

Foi determinado de acordo com a equação proposta por Maguire (1962), onde:

$$IVG = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

Em que IVG = índice de velocidade de germinação; G_1 , G_2 e G_n = número de plântulas normais germinadas a cada dia; N_1 , N_2 e N_n = número de dias decorridos da semeadura a primeira e última contagem.

2.7 Emergência de sementes de *A. colubrina* submetidas à termoterapia

2.7.1 Teste de emergência

Os testes de emergência foram realizados na casa de vegetação pertencente ao LAS. Utilizou-se como substrato areia esterilizada e umedecida com a quantidade de água equivalente a 60% da capacidade de retenção. As sementes foram distribuídas em bandejas plásticas e semeadas a 2 cm de profundidade. Foram realizadas contagens diárias do número de plântulas observando-se a emergência dos cotilédones e hipocótilo, até a estabilização da emergência que ocorreu ao 15º dia. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.7.2 Primeira contagem da emergência

Correspondeu à porcentagem acumulada de plântulas normais ao 7º dia após o início do teste.

2.7.3 Percentual de plântulas anormais

Foram consideradas plântulas anormais aquelas que apresentaram alguma deformação na raiz, hipocótilo, cotilédone, epicótilo e no primeiro par de folhas.

2.7.4 Índice de velocidade de emergência

Foi determinado de acordo com a equação proposta por Maguire (1962), onde:

$$IVE = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

Em que IVE= índice de velocidade de emergência; E_1 , E_2 e E_n = número de plântulas normais emergidas a cada dia; N_1 , N_2 e N_n = número de dias decorridos da semeadura a primeira e última contagem.

2.8 Delineamento experimental e análise estatística

Os tratamentos foram arrançados no esquema fatorial $3 \times 3 \times 4 \times 3 + 2$, sendo três os estados de coleta das sementes, três municípios de coleta das sementes em cada estado, quatro períodos de imersão das sementes (10, 20, 30 e 40 minutos), três temperaturas da água de imersão (50, 60 e 70 °C) e, dois tratamentos adicionais, sendo estes, a testemunha e o tratamento químico.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para o teste de sanidade o DIC foi constituído por dez repetições de dez sementes em cada tratamento. Nos testes de germinação e emergência o delineamento foi composto por quatro repetições de vinte e cinco sementes cada (BRASIL, 2009). Os dados foram submetidos à análise de variância. Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos (tempo de imersão), com a significância dos modelos verificados pelo teste F ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água de todos os lotes de sementes de *A. colubrina* variaram de 8,0 a 10,7% de forma que houve uma pequena variação entre os lotes dentro de um mesmo Estado de coleta (Tabela 1).

Marcos Filho (2015) relatou que lotes de sementes com diferenças de teores de água entre 1 e 2% não apresentam nenhum comprometimento para as sementes. Torres e Marcos Filho (2001) mencionaram que a variação dentro destes limites proporciona segurança na execução dos testes, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes. De acordo com Marangoni et al. (2014) a germinação de sementes de angico ocorre satisfatoriamente em teores de água variando de 8,4 a 20,6%, não havendo influência na incidência de fungos.

Tabela 1. Locais de coleta e teor de água das sementes de *Anadenanthera colubrina* oriundas de diferentes municípios dos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

Estado de origem	Local de coleta	Lote	Data da coleta	Teor de água (%)
Paraíba				
	São João do Cariri	A	28/11/14	8,5
	Boa Vista	B	20/11/14	8,1
	Sumé	C	12/11/14	8,6
Rio Grande do Norte				
	Passa e Fica	D	21/10/14	9,2
	São José do Campestre	E	30/10/14	8,3
	Nova Cruz	F	23/10/14	8,0
Pernambuco				
	Custódia	G	17/09/14	9,5
	Sertânia	H	18/09/14	10,4
	Arcoverde	I	11/10/14	10,7

3.1 Análise sanitária de sementes de angico

Os resultados obtidos da incidência de *Aspergillus niger* em sementes de angico submetidas à termoterapia e coletadas em diferentes municípios dos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco podem ser visualizados na Figura 1.

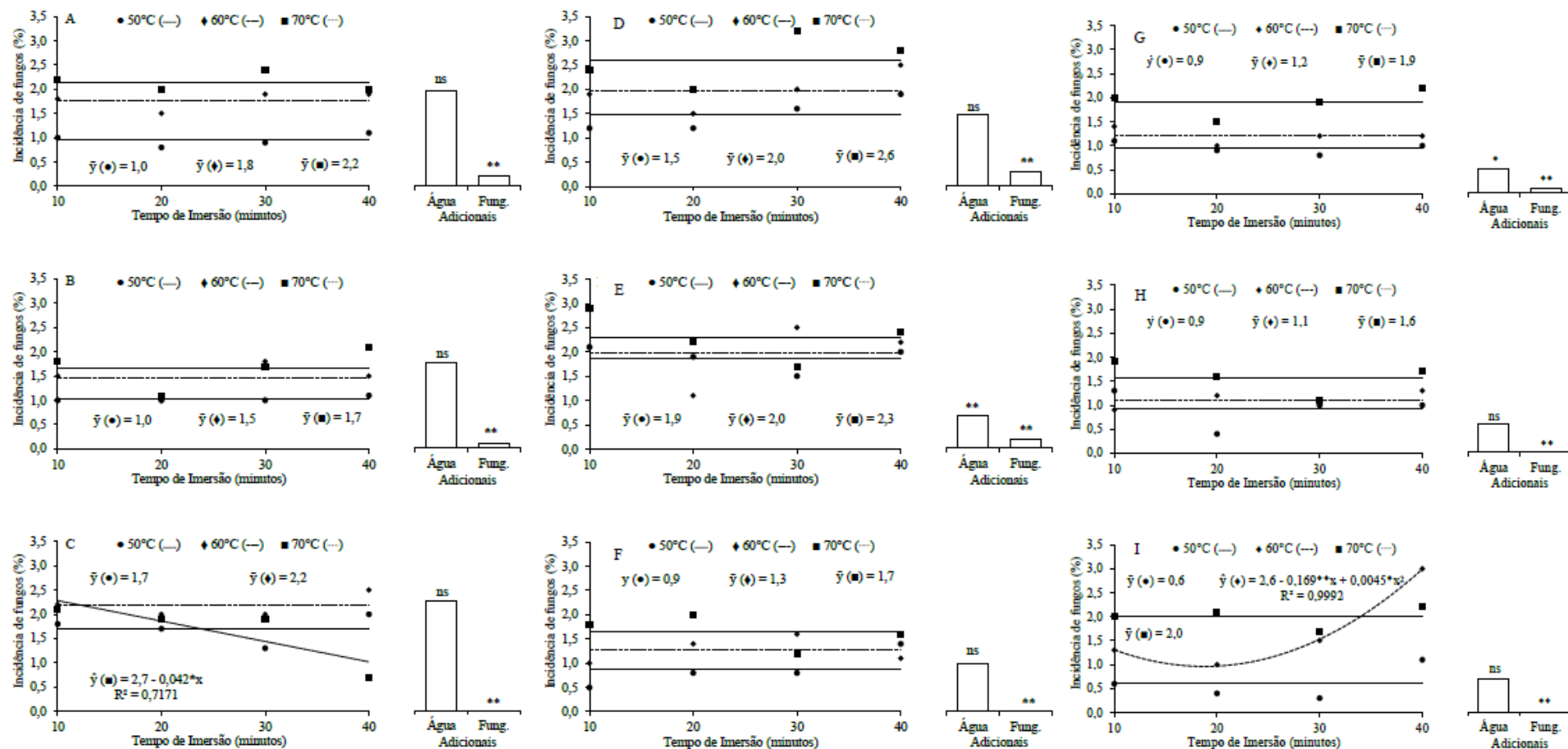


Figura 1. Incidência de *Aspergillus niger* em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Para a redução de *A. niger* nas sementes de angico coletadas nos municípios paraibanos de São João do Cariri (lote A), Boa Vista (lote B) e Sumé (lote C), verificou-se que as sementes dos lotes A e B submetidas à 50 °C apresentaram os menores percentuais de *A. niger* quando comparados com os lotes desse mesmo estado, ambos com valores médios de incidência de 1%. O lote C apresentou o menor valor incidente (0,8%) quando as sementes foram imersas por 40 minutos à 70 °C (figura 1). A associação entre sementes de *A. colubrina* e *A. niger*, bem como, os danos ocasionados pelo fungo foram relatados por Maciel et al. (2012) e Bezerra et al. (2013), onde constataram perdas por deterioração e redução no percentual de germinação.

Observa-se que, as sementes de angico coletas no estado do Rio Grande do Norte, provenientes dos lotes D (Passa e Fica), E (São José do Campestre) e F (Nova Cruz) apresentaram as menores médias de incidência de *A. niger* quando submetidas em imersão à 50 °C, obtendo-se os valores médios percentuais de 1,5; 1,9 e 0,9% respectivamente. No lote E, a imersão das sementes por 20 minutos à 60°C resultou na incidência média de 1,1% (Figura 1). Oliveira et al. (2011) analisando a eficiência do tratamento térmico via calor úmido a 60 °C por 20 minutos de imersão, constataram que foi eficiente para a redução da incidência de *A. niger* em sementes de *Amburana cearensis*, e garantiu sua qualidade fisiológica. Constatou-se de maneira geral que, a utilização das temperaturas elevadas pode ter favorecido o desenvolvimento de *A. niger*, uma vez que a incidência na testemunha, em alguns casos, foi igual ou menor aos tratamentos hidrotérmicos.

Na avaliação das sementes de angico oriundas do estado de Pernambuco, verifica-se um resultado semelhante aos encontrados nos lotes anteriores, onde a temperatura de 50 °C quando comparada com as de 60 °C e 70 °C apresentou os menores valores médios de incidência para os lotes G (Custódia), H (Sertânia) e I (Arcoverde), sendo estes de 0,9; 0,9 e 0,6% respectivamente (Figura 1). Lazarotto et al. (2010) avaliando o efeito da termoterapia aplicada via calor úmido sobre fungos em sementes de feijão cru (*Lonchocarpus muehlbergianus*), constataram que a temperatura de 50 °C durante 10, 30 e 40 minutos, foi eficiente para reduzir a incidência de fungos, como *A. niger*.

Na Figura 2 encontram-se os dados referentes à incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de angico submetidas a termoterapia e coletadas em municípios dos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco.

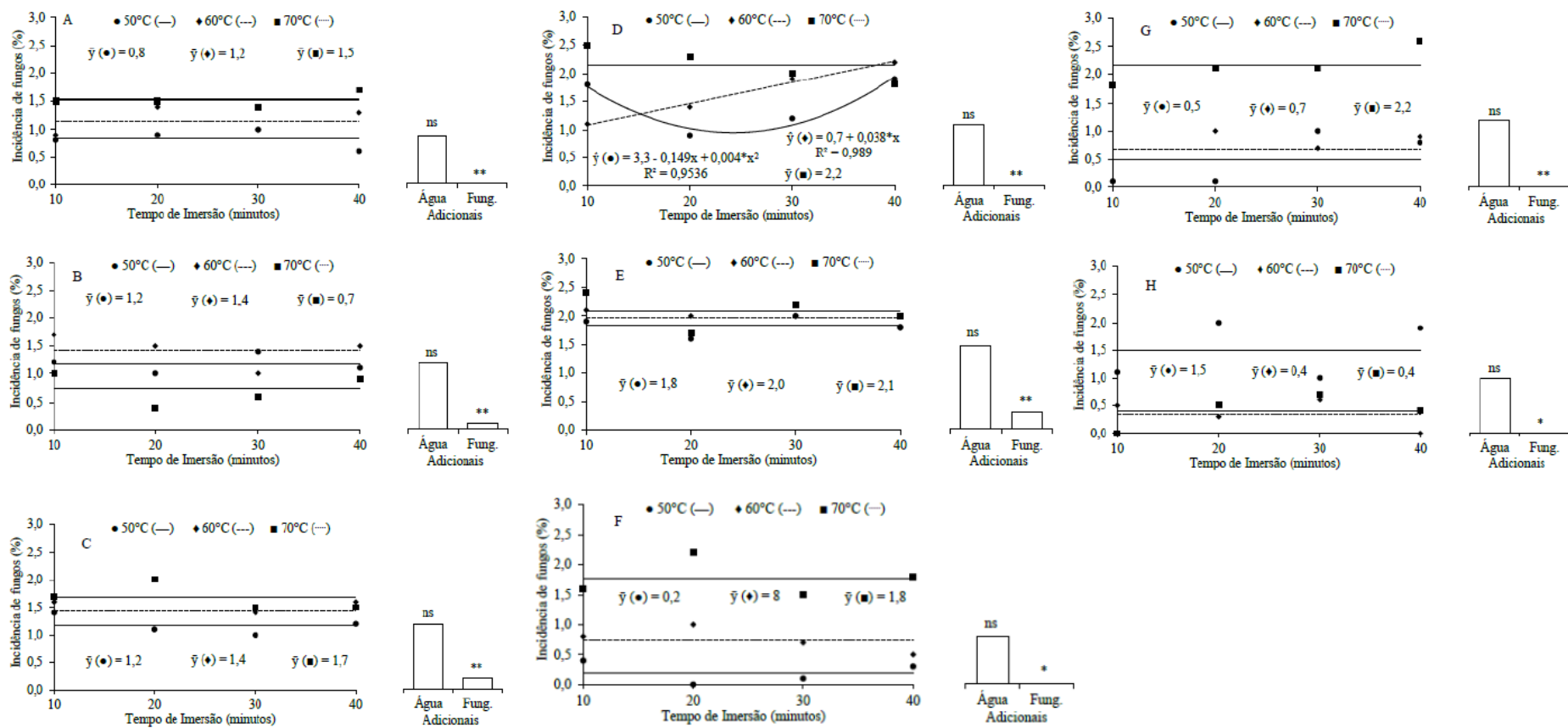


Figura 2. Incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Sumé-PB (B); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (C), São José do Campestre-RN (D), Nova Cruz-RN (E); Pernambuco: Custódia-PE (F), Sertânia-PE (G) e Arcoverde (H) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Na avaliação da incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de angico coletadas no estado da Paraíba (Figura 2) observa-se que, a temperatura de 50 °C apresentou a menor média de incidência (0,8%) para o lote referente ao município de São João do Cariri (A) quando comparado com as demais temperaturas. Não houve significância para os tratamentos aplicados nas sementes coletadas no município de Boa Vista-PB. As sementes oriundas do município de Sumé (B) quando submetidas a 70 °C por 20 minutos de imersão apresentaram a incidência média de 0,4%.

A Figura 2 apresenta os dados da análise sanitária das sementes de angico coletadas do estado do Rio Grande do Norte (lotes C, D e E). Verificou-se que a temperatura de 50 °C resultou nos menores índices de *Aspergillus* sp. para todos os lotes, porém, observa-se que a incidência deste fungo no tratamento adicional, (testemunha) em todos os lotes, foram próximos dos resultados obtidos quando se utilizou a termoterapia a 50 °C. Provavelmente, o aumento da temperatura pode ter favorecido o desenvolvimento do fungo que, durante o armazenamento, é responsável por comprometer a qualidade sanitária e fisiológica das sementes.

Em relação à incidência de *Aspergillus* sp. nas sementes oriundas do estado de Pernambuco, constatou-se que para o município de Custódia (lote F) a temperatura de 50 °C reduziu a incidência média de 0,7% para 0,2%. No lote G (Sertânia), as temperaturas de 50 e 60 °C reduziram a incidência de 1,3% para 0,5 e 0,7% respectivamente. No entanto, as sementes coletadas no município de Arcoverde (lote H) apresentaram a menor média de incidência (0,4%) em relação a testemunha (1%), quando imersas nas temperaturas de 60 e 70°C em todos os tempos de imersão (figura 2).

O uso da termoterapia no controle de fungos em sementes de espécies florestais tem sido analisada por alguns autores como Schneider et al. (2015), onde demonstraram que a temperatura de 55 °C foi eficiente na redução de *Aspergillus* sp. em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

Os dados da incidência média de *Penicillium* sp. em sementes de angico coletadas na Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco submetidas à termoterapia estão apresentados na Figura 3.

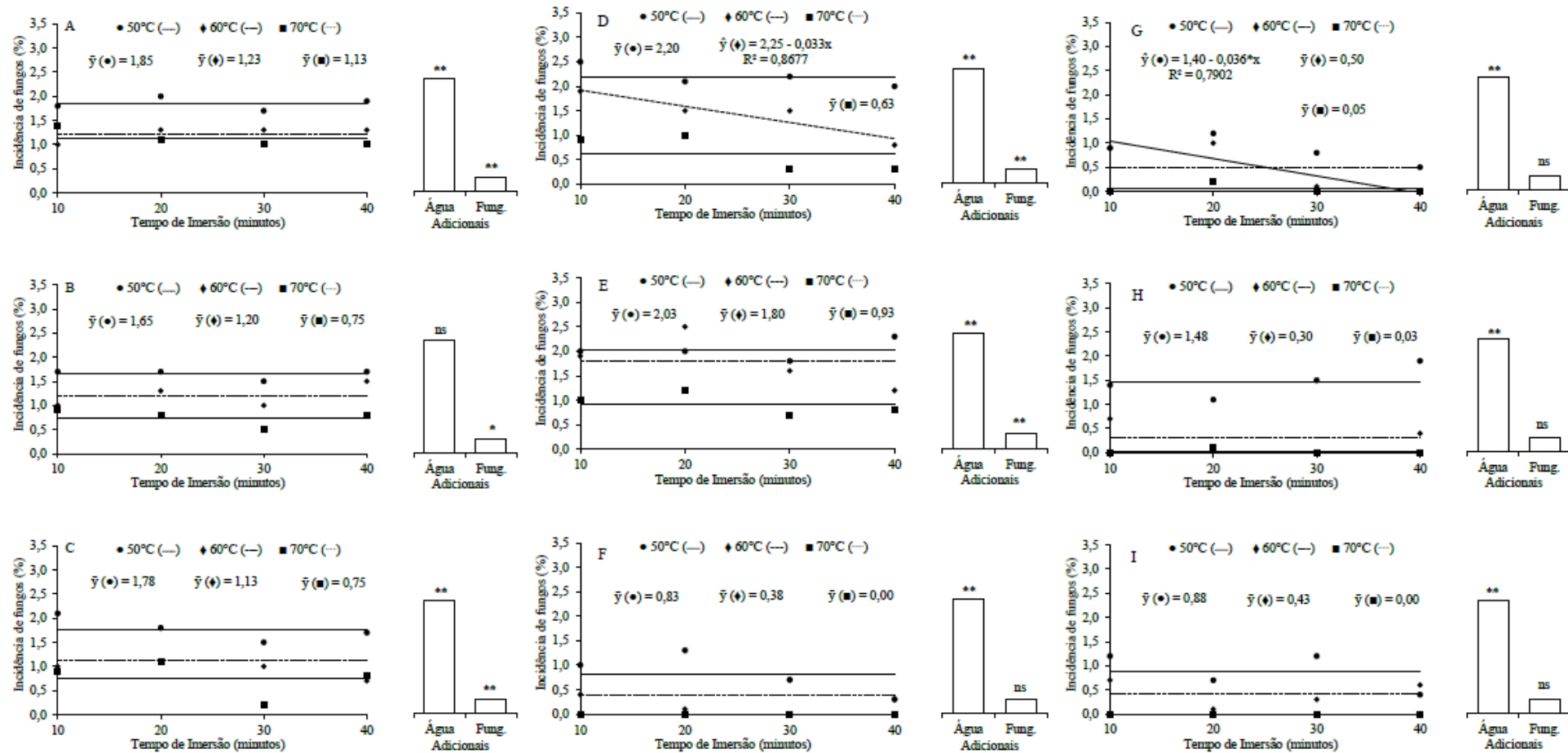


Figura 3. Incidência de *Penicillium* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Verificou-se nas sementes coletadas nos municípios Paraibanos, referentes aos lotes A (São João do Cariri), B (Boa Vista) e C (Sumé) que todas as temperaturas utilizadas reduziram a incidência média de *Penicillium* sp. quando comparadas com a testemunha. Dentre as temperaturas analisadas nos lotes A, B e C, menor incidência foi observada quando as sementes foram expostas a 70 °C, identificando valores médios de iguais a 1,13; 0,75 e 0,75% respectivamente para os municípios de São João do Cariri, Boa vista e Sumé (Figura 3). Em estudo realizado por Piveta et al. (2014) utilizando termoterapia à 70 °C por 20 minutos de imersão não obtiveram resultados satisfatórios para o controle de *Penicillium* sp. em sementes de aroeira-preta (*Lithraea molleoides*). Provavelmente, o uso da termoterapia auxiliou na liberação de substâncias das sementes, como os compostos fenólicos, o que resultou na alteração do pH da superfície das sementes, favorecendo ou não o desenvolvimento dos fungos.

Para o estado do Rio Grande do Norte (Figura 3), observa-se que as sementes coletadas em Passa e Fica (lote D) quando submetidas às temperaturas de 60 e 70 °C apresentaram uma redução de 2,4% (testemunha) para 1,50 e 0,63% de incidência média. Os tempos de imersão de 30 e 40 minutos obtiveram percentuais de 0,3%. Em relação à incidência de *Penicillium* sp. no lote E (São José do Campestre), as temperaturas de 60 e 70 °C reduziram a incidência média para valores de 1,8 e 0,9% respectivamente. No lote F (Nova Cruz) todas as temperaturas utilizadas, bem como os tempos de imersão foram eficientes, mostrando-se eficazes na redução de *Penicillium* sp.

Na avaliação da microflora das sementes oriundas do estado de Pernambuco (Figura 3) e coletadas nos municípios de Custódia (lote G), Sertânia (lote H) e Arcoverde (lote I) constatou-se que todas as temperaturas foram eficientes na redução de *Penicillium* sp. França et al (2014) demonstraram que o uso do tratamento térmico entre 55 e 60 °C resultou na redução de diversos fungos, inclusive *Penicillium* sp., em sementes de *Eugenia uniflora* devido a estes microrganismos apresentarem um ponto térmico letal na faixa entre 40 e 60 °C.

A eficiência da termoterapia no controle de *Rhizopus* sp. em sementes de angico coletadas na Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco pode ser visualizada através dos resultados apresentados na Figura 4.

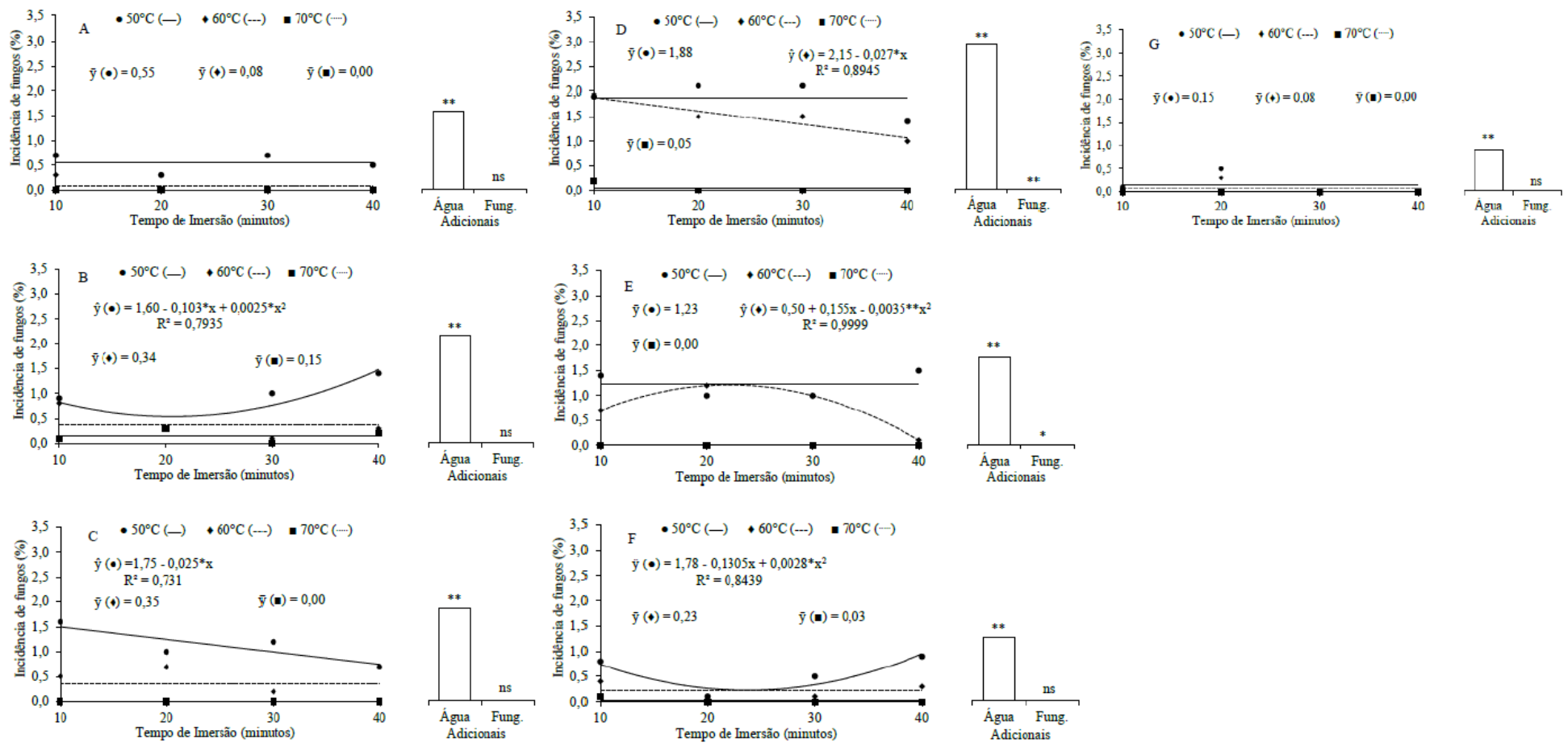


Figura 4. Incidência de *Rhizopus* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: Boa Vista-PB (A), Sumé-PB (B); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (C), São José do Campestre-RN (D), Nova Cruz-RN (E); Pernambuco: Custódia-PE (F) e Sertânia-PE (G) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os resultados da Figura 4 demonstraram que, para as sementes coletadas nos municípios de São João do Cariri-PB e Arcoverde-PE, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Nos lotes A (Boa Vista) e B (Sumé) houve redução quando todas as temperaturas foram utilizadas, obtendo-se valores médios de incidência de 0,00 (lote A) e 0,15% (lote B) nas sementes submetidas à temperatura de 70 °C. Lazarotto et al. (2013) utilizando a termoterapia a 80 °C por 15 minutos de imersão, verificaram a redução da incidência de *Rhizopus* sp. em sementes de canafístula (*Pelthophorum dibium*) como também constataram o aumento na germinação, sendo a termoterapia um mecanismo para superação das sementes.

Para a avaliação da termoterapia na redução de *Rhizopus* sp. em sementes oriundas do estado do Rio Grande do Norte verificou-se que, a incidência do fungo nas sementes dos lotes C (Passa e Fica), D (São José do Campestre) e E (Nova Cruz) quando comparada com a testemunha foi reduzida após a imersão das sementes por 10, 20, 30 e 40 minutos nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Dentre as temperaturas utilizadas, a exposição das sementes à 70 °C proporcionou as menores médias de incidência nos lotes C, D e E obtendo valores médios de 0,00; 0,05 e 0,00% respectivamente (Figura 4).

Observa-se na Figura 4 a incidência de *Rhizopus* sp. em sementes de angico coletadas no estado de Pernambuco. Dados semelhantes aos encontrados anteriormente foram observados nos lotes F (Custódia) e G (Sertânia), na qual todos os tempos de imersão e temperaturas utilizadas reduziram o patógeno.

O tratamento químico nas sementes de angico (figura 4) foi, de modo geral efetivo na redução da incidência do fungo, concordando com outros trabalhos realizados por Cardoso et al. (2015) e Rosa et al. (2015).

Os fungos de armazenamento, a exemplo do gênero *Rhizopus* spp. são adaptados a ambientes com baixa umidade relativa, embora se desenvolvam mais rapidamente em ambientes com umidade relativa do ar superior a 80% e em sementes com teor de água acima de 14% (MARCOS FILHO, 2005), proliferando-se em sucessão aos fungos de campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Conforme Justice e Bass (1979), a temperatura ótima para o crescimento da maioria dos fungos de armazenamento está entre 30 e 33 °C.

Os dados obtidos referentes à redução da incidência de fungos radiculares do gênero *Fusarium* sp. em sementes de angico submetidas a termoterapia e coletadas nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco podem ser visualizados na figura 5.

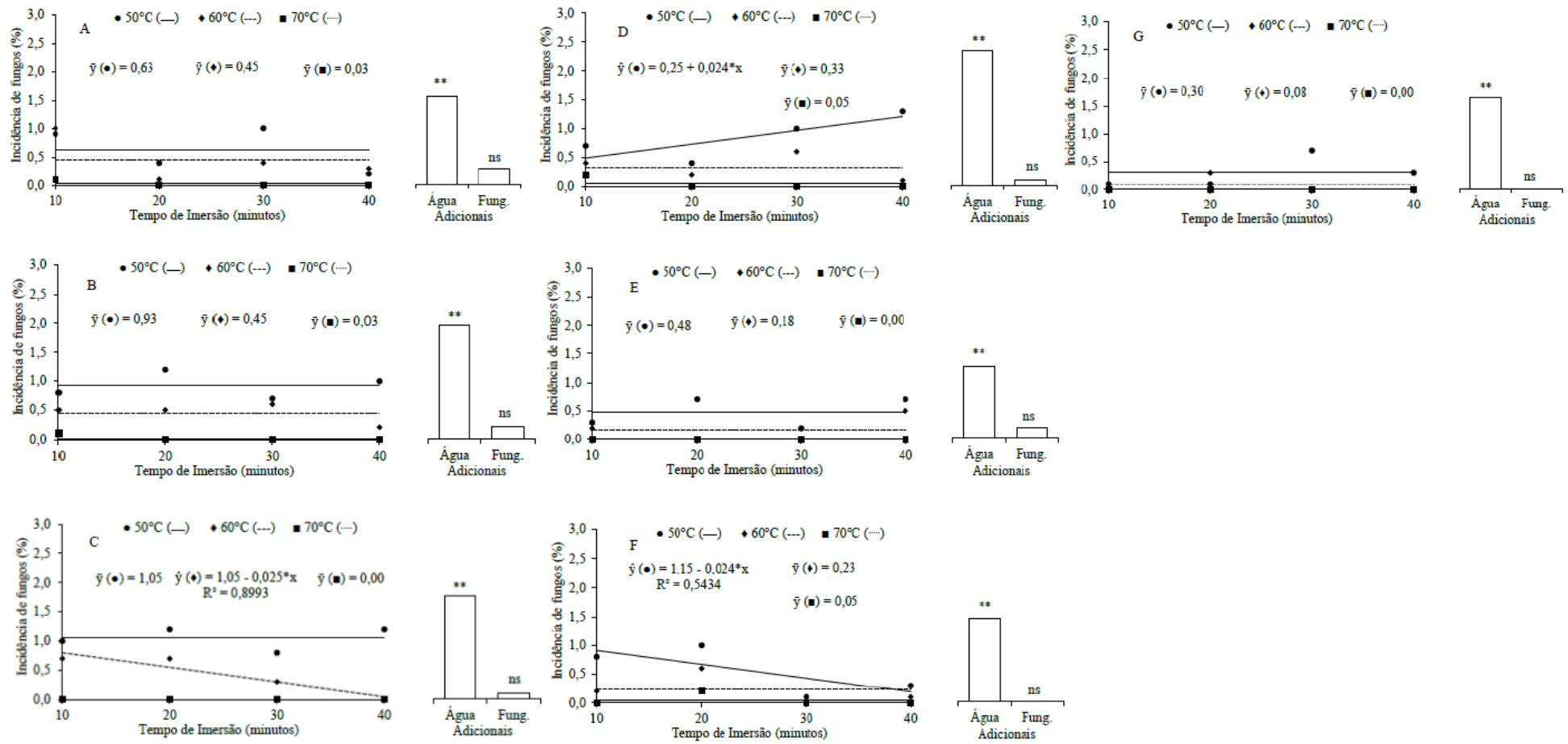


Figura 5. Incidência de *Fusarium* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: Sumé-PB (A); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (B), São José do Campestre-RN (C), Nova Cruz-RN (D); Pernambuco: Custódia-PE (E), Sertânia-PE (F) e Arcoverde (G) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Após a interpretação dos dados apresentados na Figura 5 constatou-se que, para as sementes coletadas em São João do Cariri-PB e Boa Vista-PB não houve diferença significativa para os tratamentos. No lote A, todos os tratamentos mostraram-se satisfatórios. De maneira geral, comparando a incidência do fungo nas testemunhas dos locais de coleta, com os menores valores médios de incidência obtidos em cada lote, confirma-se a eficácia do tratamento hidrotérmico para o controle de *Fusarium* sp. em sementes, uma vez que os índices percentuais, em quase sua maioria, foi próximo ou igual a zero.

Fungos do gênero *Fusarium* spp. podem sobreviver no solo por meio de estruturas de resistência e, ainda, em estruturas internas das sementes, como o embrião, além de terem a capacidade de produzir uma variedade de micotoxinas, dentre elas, o ácido fusárico (MACHADO, 2002). A diagnose preventiva antes da semeadura, assim como o uso dos métodos de controle em sementes, são medidas que auxiliam no combate a doenças ocasionadas por esse patógeno como, por exemplo, o tombamento das plântulas (RAMOS et al., 2014).

Nos lotes B (Passa e Fica), C (São José do Campestre), D (Nova Cruz), E (Custódia), F (Sertânia) e G (Arcoverde), os quais apresentam os dados referentes às sementes oriundas dos estados do Rio Grande do Norte e Pernambuco, verificou-se que, as temperaturas de 50, 60 e 70 °C e os tempos de imersão por 10, 20, 30 e 40 minutos reduziram a incidência de *Fusarium* sp. nas sementes de angico em todos os lotes de ambos estados (Figura 5).

Coutinho et al. (2007) testaram a imersão de sementes de milho (*Zea mays*) em água a 60 °C por 5, 10 e 15 min e verificaram a redução da incidência de *Fusarium verticillioides* nos períodos de 10 e 20 min. Para Muniz (2001), o uso da termoterapia com calor seco a 70 °C por 12 dias erradicou os fungos associados a sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*), sendo mais eficiente que o tratamento químico utilizado. O período ideal de submissão das sementes ao calor úmido é aquele que reduz o percentual de fungos sem prejuízo à viabilidade das sementes (LAZAROTTO et al., 2013).

Os resultados médios da incidência de *Rhizoctonia* sp. em sementes de angico provenientes da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco submetidas à termoterapia estão apresentados na Figura 6.

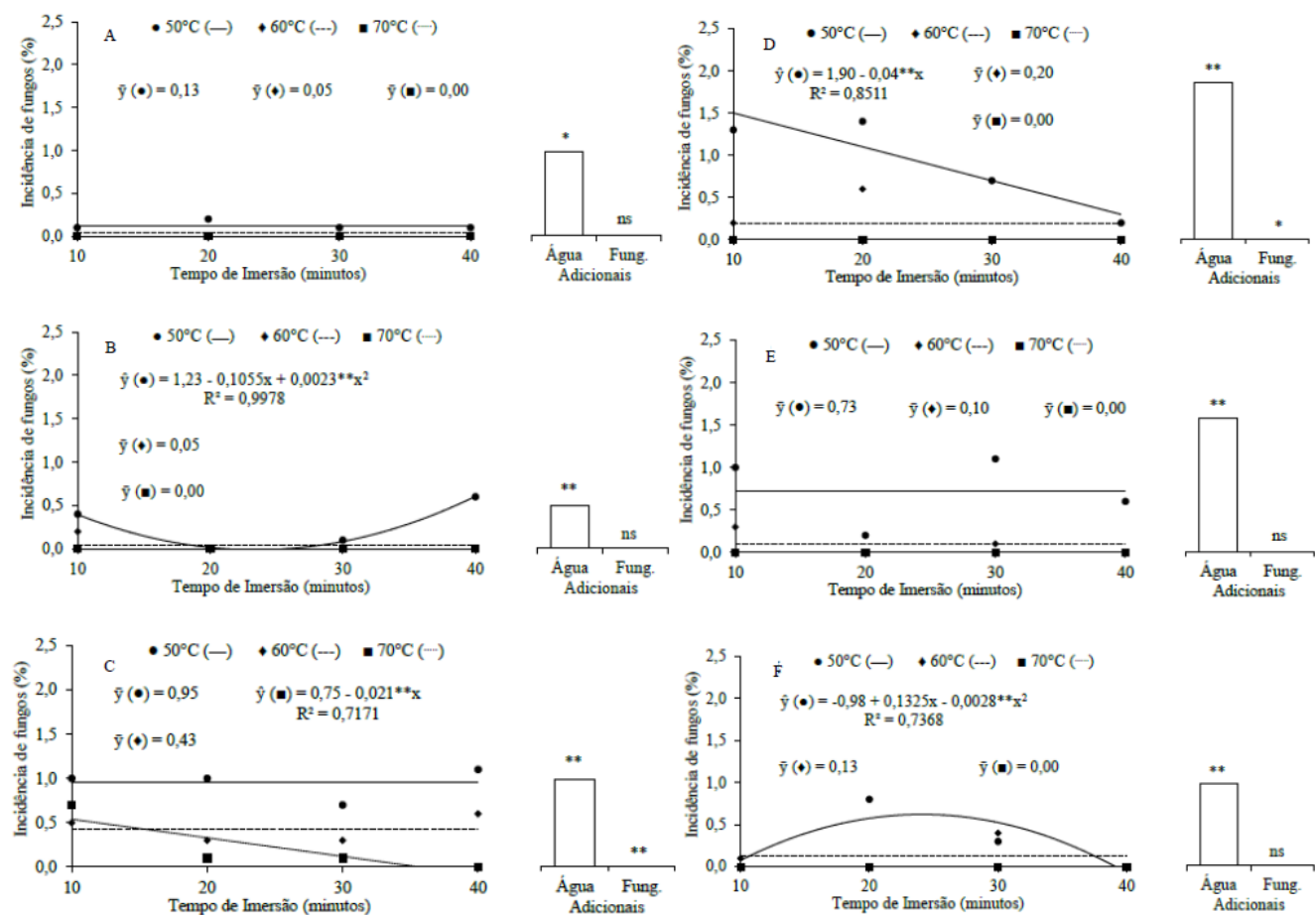


Figura 6. Incidência de *Rhizoctonia* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: Boa Vista-PB (A), Sumé-PB (B); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (C), São José do Campestre-RN (D), Nova Cruz-RN (E); Pernambuco: Sertânia-PE (F) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A avaliação da incidência de *Rhizoctonia* sp. em sementes de angico coletadas no estado da Paraíba (Figura 6) indicou que houve uma baixa incidência desse fungo nos lotes analisados (A e B). Entretanto, observou-se que todas as temperaturas e tempos de imersão aplicados às sementes resultaram na redução do patógeno. Constatou-se que, no lote de sementes coletadas em Sumé (lote B) houve um aumento na incidência do fungo após 30 minutos de imersão. Não houve significância dos tratamentos quando aplicados nas sementes coletadas nos municípios de São João do Cariri-PB, Custódia-PE e Arcoverde-PE. Fantinel et al. (2013) avaliaram a incidência e transmissibilidade de fungos em sementes de ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) e obtiveram baixos valores percentuais de incidência de *Rhizoctonia* sp., sendo de 0,70% em lote oriundo de Santa Cruz do Sul-RS e 0,00% para o lote proveniente de Venâncio Aires-RS. Assim, os resultados encontrados pelos autores corroboram com os dados apresentados nesse trabalho.

Os dados da análise sanitária das sementes de angico coletadas nos estados do Rio Grande do Norte e Pernambuco (Figura 6) revelaram uma semelhança com os resultados apresentados nos lotes A e B. Observou-se que para as sementes dos lotes do Rio Grande do Norte (C, D e E) e Pernambuco (F), todas as temperaturas e tempos de imersão foram eficientes na redução do fungo, obtendo-se valores médios de 0,00% para o lote oriundo do estado de Pernambuco (F) e para os lotes D (São José do Campestre) e E (Nova Cruz), ambos percentuais quando as sementes foram imersas a 70 °C.

De acordo com Castro (2007) *Rhizoctonia* spp. abrange espécies que sobrevivem saprofiticamente no solo, infectando plantas nativas ou em estágio de dormência. A aplicação do calor úmido pode ser recomendada para a superação de dormência das sementes, podendo também auxiliar na redução de fungos associados. Diversas pesquisas já relataram a associação de *Rhizoctonia* sp. em sementes, a exemplo de Moratelli et al. (2012), Gallo et al. (2013) e Braghin et al. (2014).

Na Figura 7 estão apresentados os dados da eficiência da termoterapia na redução de fungos causadores de manchas foliares do gênero *Botrytis* sp., encontrados em sementes de angico, coletadas na Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco.

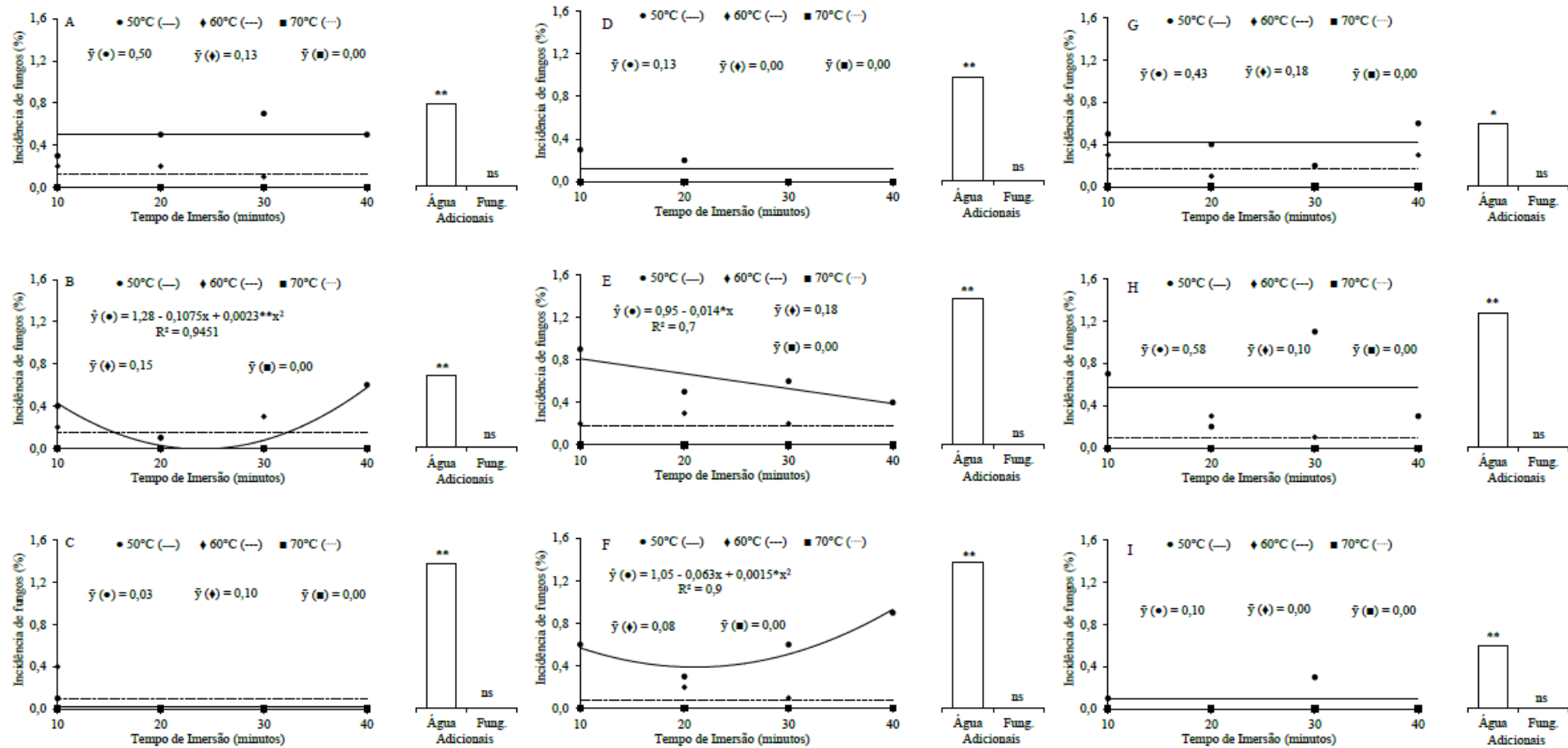


Figura 7. Incidência de *Botrytis* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ^{**} e ^{*}: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Para as sementes de angico coletadas no estado da Paraíba observou-se que, em todos os lotes a temperatura de 70 °C resultou na ausência dos fungos. Nos municípios de São João do Cariri (A), Boa Vista (B) e Sumé (C) as sementes imersas a 60 °C apresentaram médias de incidência iguais a 0,13; 0,15 e 0,10% respectivamente (figura 7). Em comparação com a testemunha, todos os tratamentos térmicos contribuíram na redução de *Botrytis* sp. Araújo et al. (2013), avaliaram a qualidade sanitária de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) produzidas nos municípios paraibanos de Gurinhém, Soledade e Boa Vista e verificaram que a incidência média de *Botrytis* sp. foi de 0,87; 1,04 e 0,87% respectivamente. Esse resultado corrobora com os encontrados neste trabalho, onde os valores percentuais da testemunha dos lotes A (0,80%), B (0,70%) e C (1,40%) foram próximos aos encontrados pelos autores.

As sementes coletadas nos municípios norte rio grandenses de Passa e Fica (lote D), São José do Campestre (lote E) e Nova Cruz (lote F), submetidas à temperatura de 70 °C em todos os tempos de imersão não mostraram-se infectadas por patógenos. Verificou-se alta eficiência da termoterapia nas sementes de angico coletadas no estado de Pernambuco (lotes G, H e I) e imersas a 70 °C por 10, 20, 30 e 40 minutos, reduzindo em 100% a incidência de *Botrytis* sp. nas sementes de angico. Em relação às demais temperaturas utilizadas (50 e 60°C), ambas também reduziram a incidência do fungo nos demais lotes analisados (Figura 7).

Alguns trabalhos relatam a associação de *Botrytis* a sementes de diversas espécies, bem como descrevem os danos ocasionados, como descrito por Vechiato e Parisi (2013), onde destacaram a importância da qualidade sanitária de sementes florestais na produção de mudas e detectaram a incidência de 2% do fungo *Botrytis* sp. em sementes de Leucena (*Leucaena leucocephala*). David et al., (2014) avaliaram a qualidade sanitária de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) e detectaram a incidência de 0,5% de *Botrytis ricini*, agente causal do mofo-cinzento, sendo o responsável por ocasionar severas perdas a cultura.

As médias da incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de angico submetidas a diferentes temperaturas e coletadas nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco estão apresentadas na Figura 8.

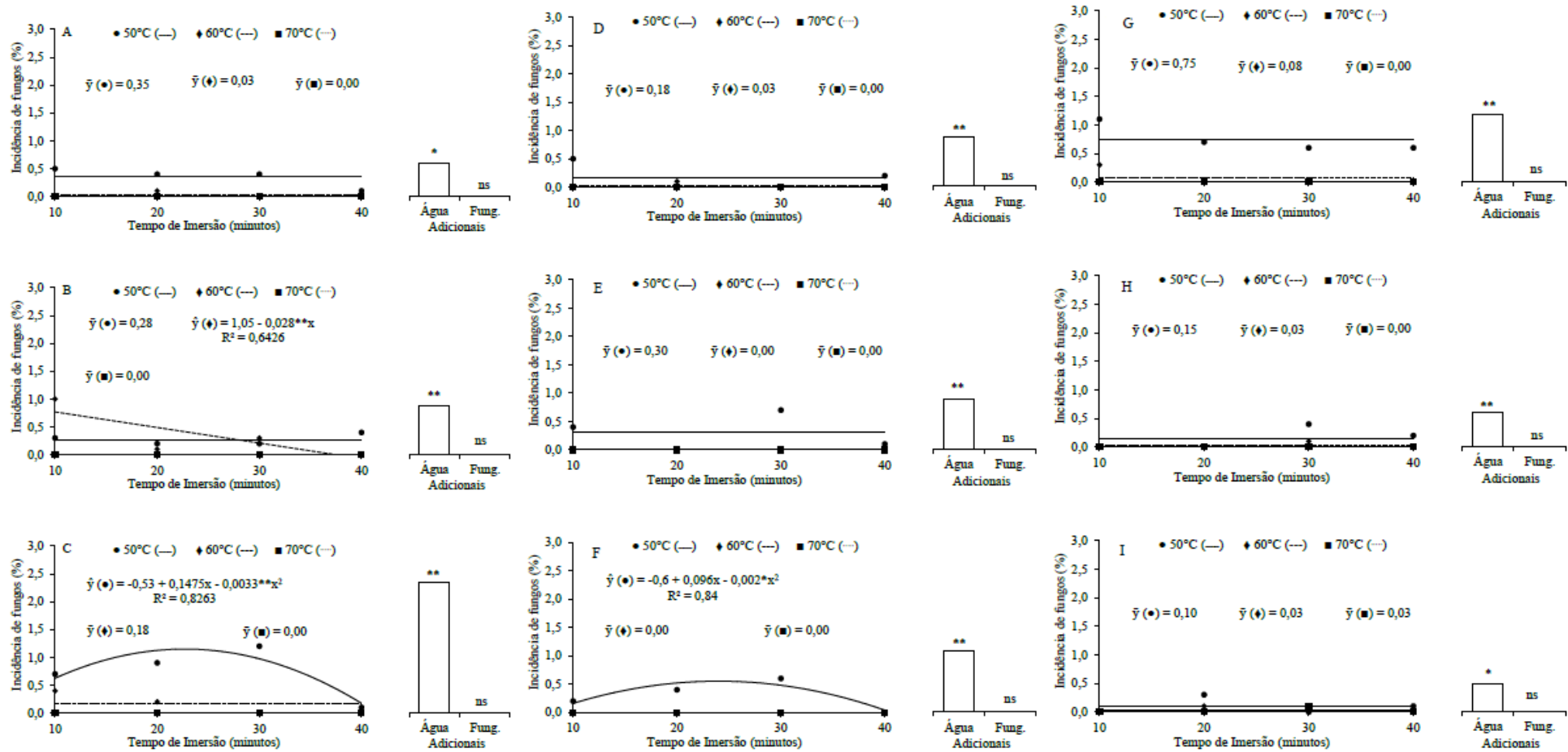


Figura 8. Incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ^{**} e ^{*}: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Verificou-se que, em comparação com a testemunha, que a incidência de *Cladosporium* sp. nas sementes coletadas nos municípios paraibanos de São João do Cariri (A), Boa Vista (B) e Sumé (C) reduziu quando utilizaram-se as temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Em todos os lotes da Paraíba analisados não foi detectado *Cladosporium* sp. nas sementes imersas a 70 °C. Os valores de incidência na testemunha foram de 0,70; 0,90 e 2,40%, respectivamente para os lotes A, B e C (Figura 8). Divsalar et al. (2014) analisaram os efeitos do tratamento térmico na sanidade e no vigor em sementes de tomateiro e constataram que a temperatura de 55 °C por 30 minutos de imersão foi eficiente na redução de *Cladosporium* sp. e não interferiu na condição fisiológica das sementes.

Para as sementes dos lotes oriundos do Rio Grande do Norte, a eficácia da termoterapia foi semelhante aos dados analisados nos lotes paraibanos. Entretanto, a temperatura de 60 °C controlou em 100% a incidência de *Cladosporium* sp. nos lotes referentes aos municípios de São José do Campestre (lote E) e Nova Cruz (lote F). Assim, constatando a eficiência do tratamento hidrotérmico (Figura 8). Vieira et al. (2011) detectaram em sementes de *Coffea arabica* a incidência de *Cladosporium* sp. e obtiveram, através do tratamento térmico, a eliminação de 100% deste fungo quando utilizaram a temperatura de 60 °C por 15 e 20 minutos de imersão.

Em relação às sementes coletadas em Pernambuco (lotes G, H e I) todos os tratamentos aplicados reduziram a incidência de *Cladosporium* sp. quando comparados com a testemunha. Esses resultados obtidos demonstram a eficiência do calor úmido como método eficaz na redução do fungo. Para o controle químico, confirmou-se a sua eficácia, uma vez que não houve incidência de *Cladosporium* sp. nas sementes tratadas com o produto comercial pertencente a classe dos dicarboximidas.

Medeiros et al. (2013) avaliaram a qualidade sanitária e fisiológica em sementes de sombreiro (*Clitoria fairchildiana* Howard) e detectaram a incidência média de 0,99% de *Cladosporium* sp. Witt et al. (2015) identificaram uma incidência de 0,44% de *Cladosporium* sp. em sementes de *Panicum maximum* coletadas e comercializadas no estado do Mato Grosso, sendo este fungo considerado potencialmente patogênico à gramíneas.

3.2 Análise fisiológica

Os resultados referentes ao percentual de germinação das sementes de angico submetidas aos tratamentos hidrotérmicos estão apresentados na Figura 9.

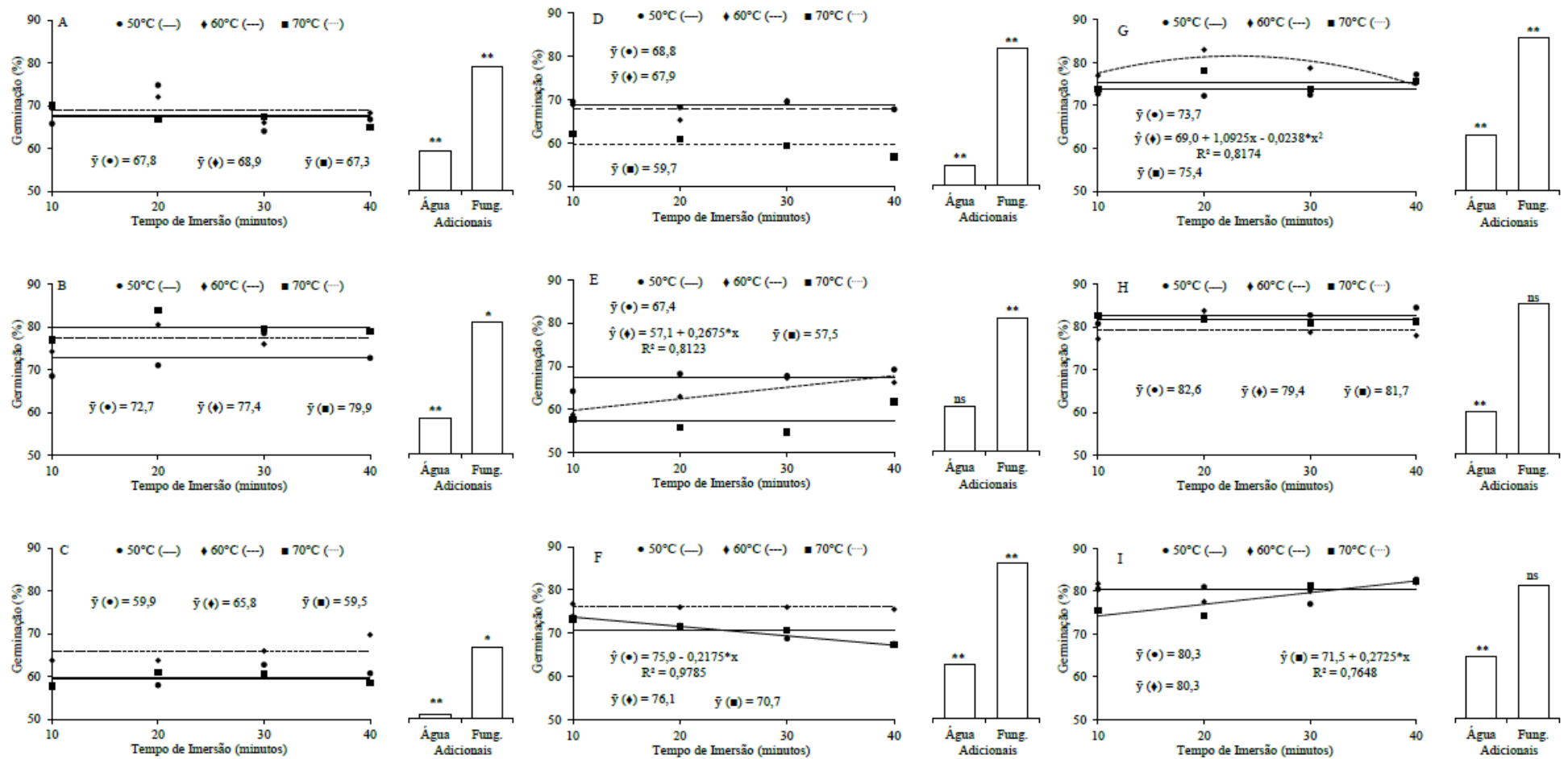


Figura 9. Germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os dados da porcentagem de germinação das sementes coletadas no estado da Paraíba encontram-se na Figura 9. Observa-se que, quando as sementes foram submetidas às temperaturas de 50, 60 e 70 °C por 10, 20, 30 e 40 minutos de imersão, houve um aumento na germinação em todos os lotes analisados. Nos lotes A (São João do Cariri) e C (Sumé) os maiores valores médios de germinação foram encontrados quando utilizou-se a temperatura de 60 °C, obtendo os valores de 68,9% (lote A) e 65,8% (lote C). Para o lote B (Boa Vista), verificou-se que a temperatura de 70 °C proporcionou a maior porcentagem de germinação (79,9%).

Possivelmente, os resultados obtidos estão associados diretamente ao fato de que a termoterapia foi eficiente na redução dos fungos que, são responsáveis por causarem danos às sementes e causarem a morte das mesmas. Outro motivo que podemos relacionar o aumento da germinação com o uso do tratamento térmico deve-se ao fato de que, o aumento da temperatura pode proporcionar uma superação da dormência.

Em relação às sementes oriundas do Rio Grande do Norte, os resultados mostram que as sementes não tratadas (testemunha) apresentaram os menores valores de germinação, sendo 55% (lote D – Passa e Fica), 61% (lote E – São José do Campestre) e 63% (lote C – Nova Cruz). Nos lotes D e E a temperatura de 50 °C proporcionou os maiores valores de germinação, sendo 68,8 e 67,4% respectivamente. No lote F (Nova Cruz), o maior índice de germinação foi de 76,1%, quando as sementes foram submetidas à temperatura de 60 °C. Em estudo realizado por Machado et al. (2013) o uso da termoterapia a 70 °C foi eficiente no tratamento pré-germinativo em sementes de angico, obtendo-se valores de germinação de 80% e concluíram que o uso da termoterapia em temperaturas acima de 100 °C resulta na morte dos embriões das sementes.

Para os lotes do estado de Pernambuco, resultados semelhantes aos encontrados anteriormente podem ser visualizados, onde todas as temperaturas e tempos de imersão proporcionaram o aumento da porcentagem de germinação. Os maiores valores de germinação encontrados foram de 79%, 82% e 80% respectivamente nos lotes G, H e I. (Figura 9). De acordo com Luz et al. (2012) o conhecimento das estruturas do processo germinativo e das plântulas é importante para uma correta interpretação do teste, bem como, os fatores básicos como temperatura e água.

Para o teste de primeira contagem da germinação, a Figura 10 apresenta os resultados relacionados aos locais de coleta e aos tratamentos aplicados.

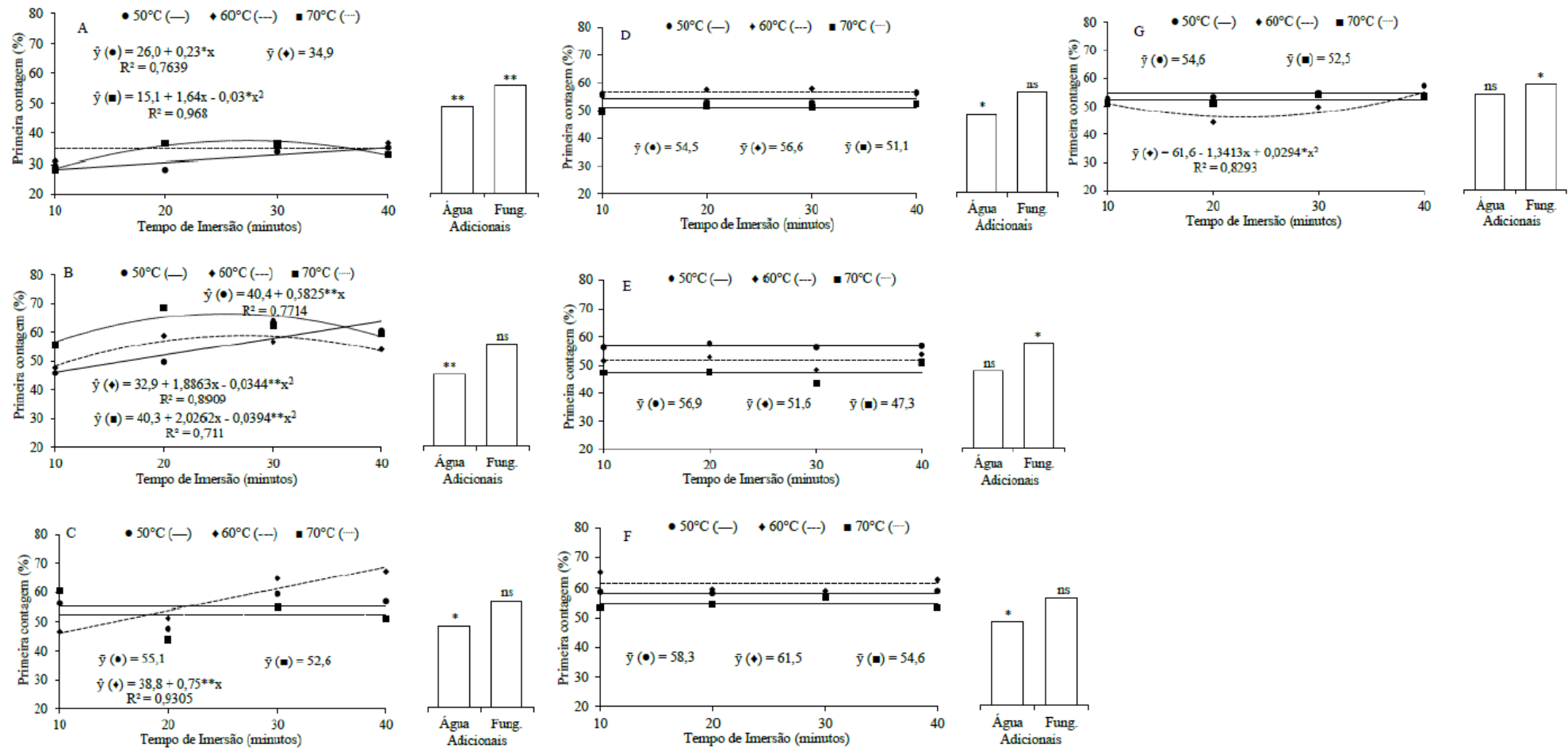


Figura 10. Primeira contagem do teste de germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Sertânia-PE (G) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ^{**} e ^{*}: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os valores obtidos no teste da primeira contagem de germinação (PC) das sementes coletadas no estado da Paraíba (Figura 10) demonstraram que, as sementes oriundas dos lotes B (Boa Vista) e C (Sumé) apresentaram, no primeiro dia de contagem, um percentual de germinação superior quando comparados com as testemunhas. Desta forma, as temperaturas de 50, 60 e 70 °C em todos os tempos de imersão aplicados não interferiram negativamente nesta variável, contribuindo para o aumento destes percentuais. Para o lote A (São João do Cariri), verificou-se que, a PC foi de 31,7; 34,9 e 33,5% quando utilizaram-se as respectivas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, sendo estes valores inferiores ao percentual identificado na testemunha (50,0%). Arruda et al. (2015) avaliaram a germinação em sementes de angico submetidas a tratamentos pré-germinativos, onde constataram que as sementes imersas a 70 °C por 5 minutos apresentaram no teste primeira contagem o valor de 24%.

De acordo com Wrasse (2006), a primeira contagem da germinação é um teste conduzido em condições totalmente favoráveis podendo beneficiar lotes de médio a alto vigor. Mesmo assim, pode ser considerado um teste de vigor, pois sabe-se que, com a deterioração da semente, a velocidade de germinação é reduzida e isso é possível de ser verificado antes de se observar a porcentagem final de germinação (SILVEIRA et al., 2002).

Na primeira contagem de germinação dos lotes D (Passa e Fica) e F (Nova Cruz) pertencentes ao Rio Grande do Norte, destacou-se a temperatura de 60 °C, devido a apresentar os maiores valores da PC de germinação. No lote E (São José do Campestre), as sementes imersas a 50 °C apresentaram o maior percentual na primeira contagem. Nos lotes oriundos do estado de Pernambuco, houve um comportamento semelhante no vigor das sementes quando comparados aos analisados anteriormente, onde nos lotes D e F prevaleceu à temperatura de 60 °C e no lote E o maior valor foi quando utilizou-se 50 °C. Moreira et al. (2014) avaliaram a germinação e vigor de sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e obtiveram no teste de primeira contagem um percentual de 79,7%. Segundo Guedes et al. (2013) os testes de primeira contagem são indispensáveis para a avaliação do vigor das sementes bem como para avaliar o seu potencial fisiológico.

Os dados do percentual de sementes mortas estão apresentados na Figura 11, considerando a ordem dos respectivos locais de coleta, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco.

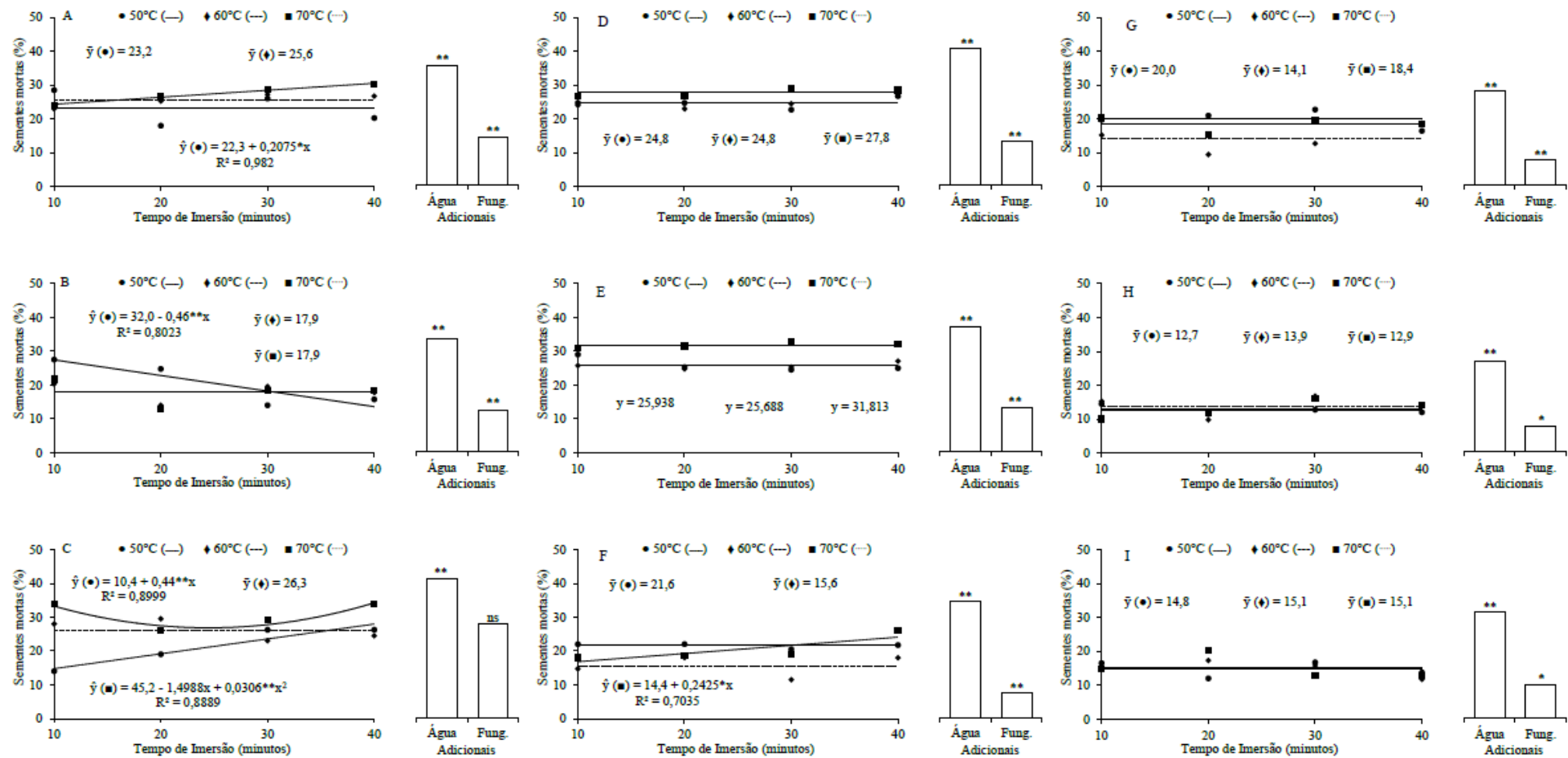


Figura 11. Sementes mortas de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Verificou-se nas sementes dos lotes paraibanos que, não houve nenhuma tendência entre as temperaturas para o aumento do índice de sementes mortas, pois para as sementes do lote A (São João do Cariri), a temperatura de 70 °C apresentou o maior valor médio (27,5%) quando comparado aos demais tratamentos. Nos lotes B (Boa Vista) e C (Sumé) as temperaturas de 50 e 60 °C apresentaram os maiores valores de sementes mortas, sendo 22,7 e 14,7% respectivamente.

Medeiros et al. (2016) avaliaram a associação de fungos às sementes de tambor (*Enterolobium contortisiliquum*) coletadas em quatro municípios paraibanos e constataram que, o índice de mortalidade das sementes dos lotes variou entre 7 e 21%. Esse resultado condiz com os encontrados neste trabalho, onde a presença dos fungos está diretamente relacionada com o aumento do percentual de sementes mortas.

Para as sementes oriundas do estado do Rio Grande do Norte, observou-se que, nos lotes D (Passa e Fica), E (São José do Campestre) e F (Nova Cruz) os maiores valores de sementes mortas quando comparado aos demais tratamentos térmicos foram encontrados nas sementes imersas na temperatura de 70 °C, identificando para os lotes D, E e F os valores de 27,8; 31,8 e 21,9% respectivamente. Assim, podemos considerar que possivelmente, para estes lotes analisados, além da presença de microrganismos nas sementes, a exposição a altas temperaturas pode ter afetado o embrião e causado a degradação dos componentes de reserva. Tem-se verificado uma correlação entre os índices de sementes mortas e a porcentagem de fungos incidentes em espécies florestais, inclusive em *A. colubrina*, ocasionando altos índices de perdas nos estandes e comprometendo a qualidade sanitária dos lotes (PARISI et al., 2011; BEZERRA et al., 2013).

Para os lotes de sementes coletadas em Pernambuco, o percentual de sementes mortas nos municípios de Sertânia (lote H) e Arco verde (lote I) foi maior quando as sementes foram expostas a 70 °C, observando os valores de 12,9 e 15,9 % respectivamente. No lote G, o maior índice foi no tratamento 50 °C, quando verificou-se a incidência de 20% (Figura 11).

Em pesquisa realizada por Gasparim (2012), avaliando o armazenamento de sementes e a produção de mudas de angico, foi relatado que os fungos podem impedir a conclusão da germinação, retardar o crescimento, deformar a plântula e ocasionar a morte.

As médias de porcentagem de sementes duras de *A. colubrina* coletadas nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco encontram-se na Figura 12.

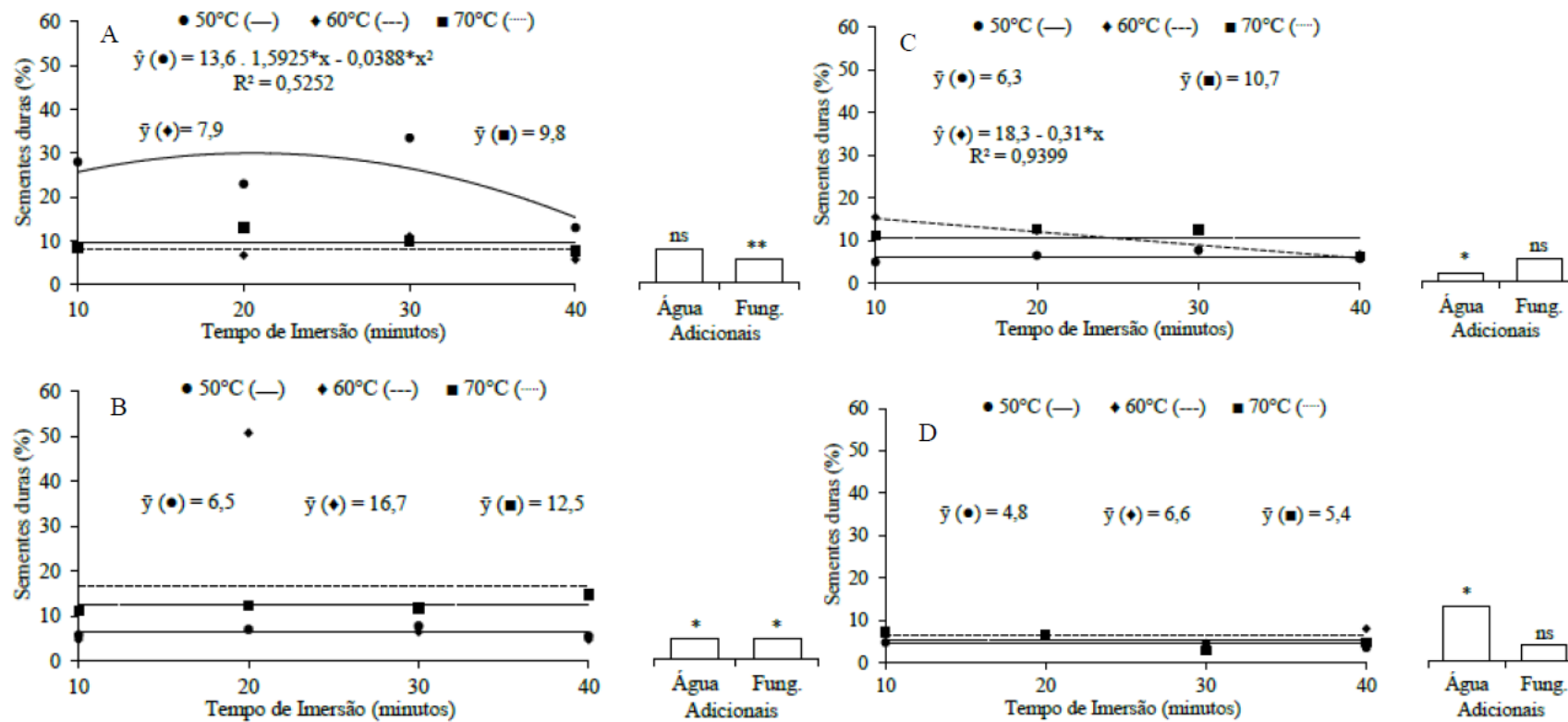


Figura 12. Sementes duras de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: Sumé-PB (A); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (B), São José do Campestre-RN (C); Pernambuco: Sertânia-PE (D) sob efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

De acordo com os dados da Figura 12, para o lote A (Sumé), a menor média percentual dentre os tratamentos foi de 7,9% quando aplicado o tratamento à 60 °C. Não houve significância dos tratamentos quando aplicados nas sementes coletadas nos municípios de São João do Cariri-PB, Boa Vista-PB e Nova Cruz-RN.

Nobre et al. (2015) avaliaram a qualidade fisiológica em sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e constaram para os genótipos BRS G30; BRS G33; SYN 039A e M734 os índices de sementes duras de 12,0; 8,5; 1,0 e 0,2% respectivamente e associaram os valores de sementes duras encontrados com o fato dos testes de germinação terem sido realizados logo após a colheita, uma vez que pode haver diferenças no ciclo de produção dos materiais, sendo uns mais precoces que outros.

Os menores percentuais de sementes duras nos lotes do Rio Grande do Norte (B e C) foram constatados nas sementes que não receberam tratamento térmico (testemunha/água). Entretanto, dentre as temperaturas utilizadas, a de 50 °C apresentou os menores valores em todos os lotes.

Bolognez et al. (2015) utilizaram as temperaturas de 90 e 100 °C para a superação de dormência em flamboyant (*Delonix regia* Raf.) e verificaram que as sementes expostas a 90 °C apresentaram um percentual de 30% de sementes duras, enquanto o tratamento a 100 °C os valores foram de 57%, demonstrando a influência da temperatura sobre o desenvolvimento germinativo das sementes. Guareschi et al. (2015) encontraram valores de 42 e 61% de sementes duras em análise fisiológica realizada em dois lotes de sementes de mororó (*Bauhinia forticata* Link) coletadas do estado do Rio Grande do Sul.

Nas sementes oriundas do estado de Pernambuco não foi observado nenhuma tendência das temperaturas em comparação com os lotes, sendo as temperaturas de 70, 50 e 60 °C as que apresentaram os menores índices de sementes duras nos lotes D (Custódia), E (Sertânia) e F (Arcoverde), respectivamente. As sementes duras podem ser descritas como aquelas que permanecem sem absorver água por um período mais longo que o normal e se apresentam no final do teste com aspecto de sementes recém-colocadas no substrato. Essa condição é relativamente comum em determinadas espécies, principalmente em Fabaceae (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Os resultados obtidos da influência da termoterapia no comprimento de plântulas de angico estão apresentados na Figura 13, conforme o local de coletas das sementes.

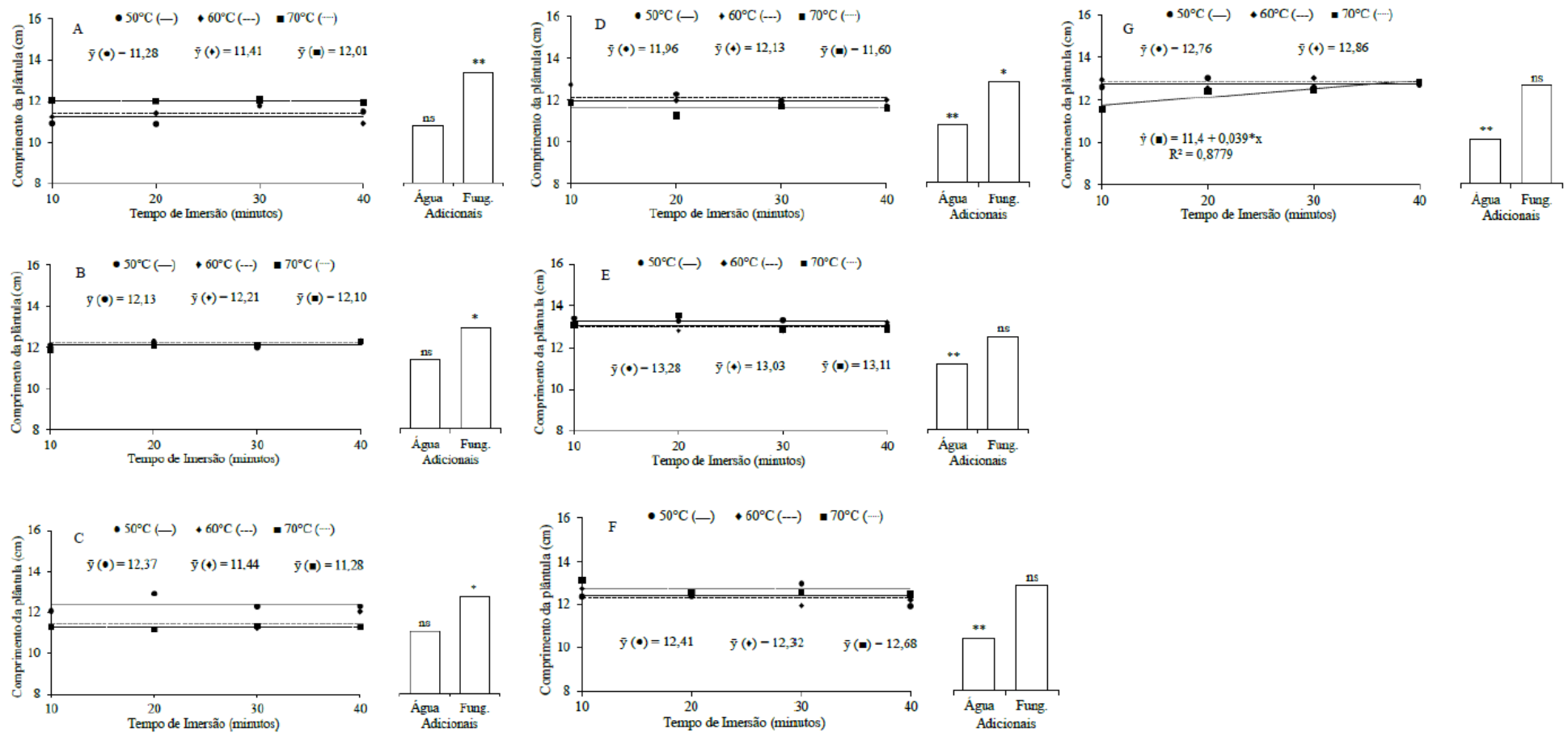


Figura 13. Comprimento de plântulas de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A); Pernambuco: Passa e Fica-RN (B), São José do Campestre-RN (C), Nova Cruz-RN (D); Pernambuco: Custódia-PE (E), Sertânia-PE (F) e Arcoverde (G) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Em relação ao comprimento de plântulas, verificou-se na Figura 13 que as plântulas pertencente ao lote A (São João do Cariri), apresentaram o comprimento (12,01 cm) quando as sementes foram imersas a 70 °C. Não houve significância dos tratamentos quando aplicados nas sementes coletadas nos municípios de Boa Vista-PB e Sumé-PB.

Gama et al. (2014) avaliaram os efeitos da termoterapia na qualidade fisiológica e sanitária em sementes de *Foeniculum vulgare* e constataram que o tratamento térmico a 70 °C proporcionou um aumento no comprimento das plântulas de 3,57 para 6,74 cm. Esses dados corroboram com esta pesquisa, onde a temperatura de 70 °C proporcionou um leve aumento do comprimento das plântulas. Araújo et al. (2014) avaliaram diferentes regimes térmicos na fisiologia de sementes de *Oryza sativa* e verificaram que o comprimento das plântulas foi crescente até a elevação da temperatura à 32 °C, seguida de redução à medida que elevou a temperatura.

Em relação às plântulas oriundas das sementes coletadas no Rio Grande do Norte, observou-se nos lotes B (Passa e Fica), C (São José do Campestre) e D (Nova Cruz) que as sementes imersas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C apresentaram plântulas com comprimentos superiores às sementes que foram imersas apenas em água (testemunha). Constatou-se que os valores dos comprimentos das plântulas dentre os lotes foram muito semelhantes, demonstrando a uniformidade dos mesmos (Figura 13).

As eventuais diferenças, independentemente de serem de grandes ou em pequenas proporções, podem ser explicadas pela alteração do comportamento fisiológico dentro da mesma espécie, onde as mudanças das condições climáticas e a diversidade genética das matrizes podem influenciar nos testes que indicam o potencial fisiológico das espécies em estudo (GUEDES et al., 2015).

Observou-se nos lotes referentes aos municípios de Custódia-PE (E), Sertânia-PE (F) e Arcoverde (G) uma semelhança no comportamento fisiológico das sementes coletadas no estado de Pernambuco, pois houve uma grande proximidade dos dados quando se avaliou o comprimento das plântulas após o tratamento térmico das sementes nos lotes.

Os valores referentes ao índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de angico submetidas à termoterapia podem ser visualizados na Figura 14.

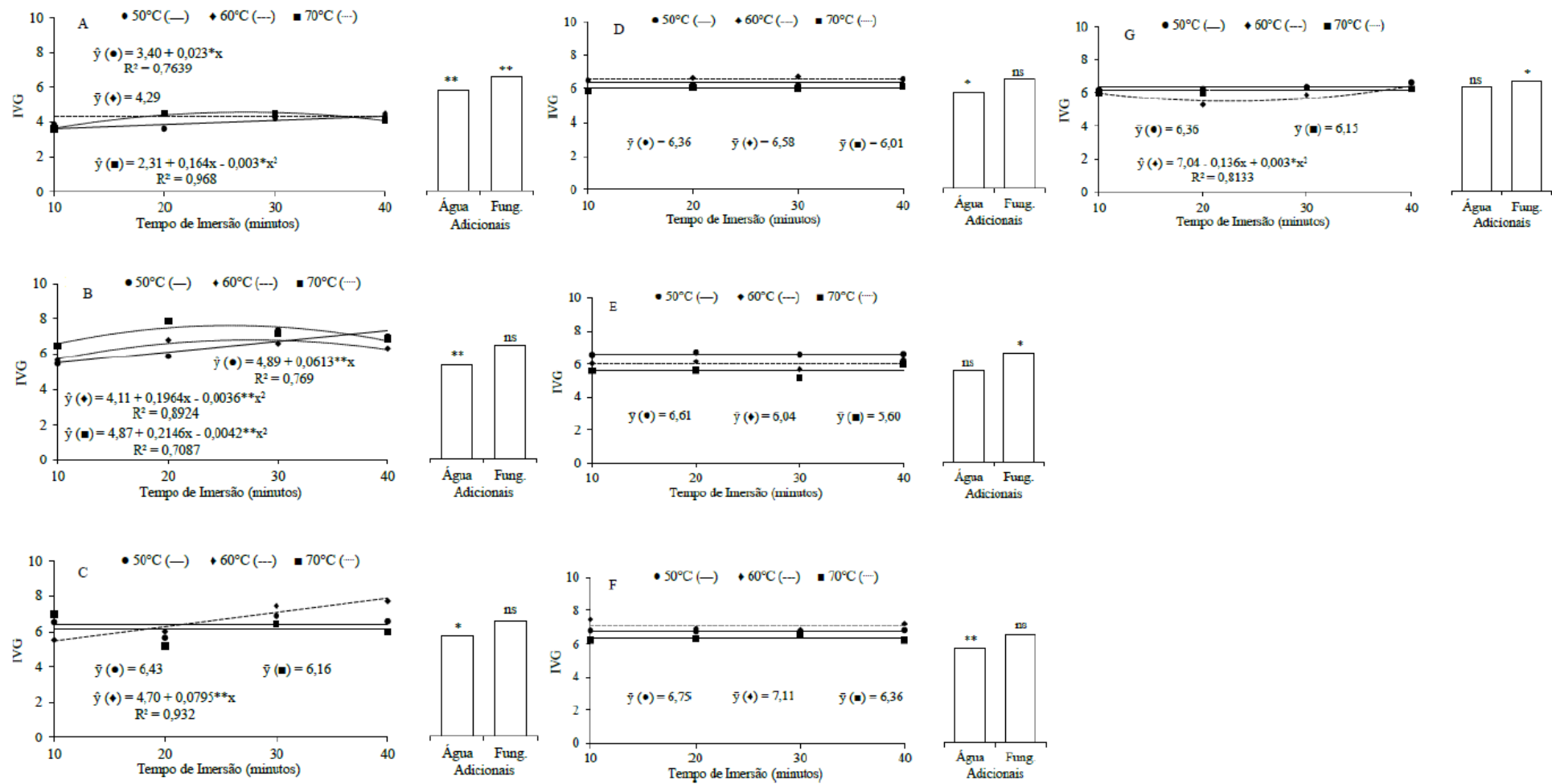


Figura 14. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Sertânia-PE (G) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Na Figura 14 observou-se que, dentre os tratamentos térmicos o maior valor do IVG das sementes coletadas no município de São João do Cariri (lote A) foi de 4,15. Para Boa Vista, (lote B) verificou-se um efeito linear quando utilizou-se a temperatura de 60 °C.

Moreira et al. (2014) avaliaram a germinação de sementes de angico vermelho (*Parapiptadenia rigida* Benth.) em condições de estresse e constataram o valor de 3,09 para o índice de velocidade de germinação, onde o percentual de germinação foi de 54,0% e para o teste de primeira contagem 79,7%. Miranda et al. (2012) verificaram no teste de germinação de *A. peregrina* valores de 14,3; 18,7 e 17,8 para a variável índice de velocidade de germinação, quando utilizaram-se os respectivos substratos: areia, papel filtro e vermiculita. Santos et al. (2012) pesquisaram o efeito de temperaturas na qualidade fisiológica de sementes de angico branco (*A. colubrina*) com diferentes teores de água e verificaram que os valores do índice de velocidade de germinação na temperatura ambiente (25 °C) resultou nos valores de 6,10; 11,02 e 13,18 quando as sementes apresentaram os teores de água de 5,1; 7,5 e 15,5%, respectivamente.

Os valores do IVG nas sementes oriundas dos estados do Rio Grande do Norte e Pernambuco demonstraram que houve uma proximidade do IVG dentro dos lotes para todas as temperaturas, verificando os maiores valores médios dos tratamentos térmicos dos lotes D (Passa e Fica), E (São José do Campestre) e F (Nova Cruz) iguais a 6,58; 6,61 e 7,11. Da mesma forma, o maior valor do IVG referente ao lote G (Sertânia) foi de 6,36. Não houve significância dos tratamentos quando aplicados nas sementes coletadas nos municípios de Custódia-PE e Arcoverde-PE.

Lopes et al. (2007) utilizaram a temperatura de 70 °C por 1 e 2 minutos de imersão para avaliar o comportamento germinativo das sementes de *Bauhinia variegata* L. e verificaram para o IVG os valores de 4,80 e 5,29 respectivamente para os tempos de imersão. Estes mesmos autores afirmaram que a utilização de água quente afetou acentuadamente o tegumento das sementes, facilitando a absorção de água e contribuindo no processo germinativo.

3.3 Análise da emergência

Os valores percentuais da emergência de plântulas de *A. colubrina* provenientes de sementes coletadas na Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte podem ser visualizados na Figura 15.

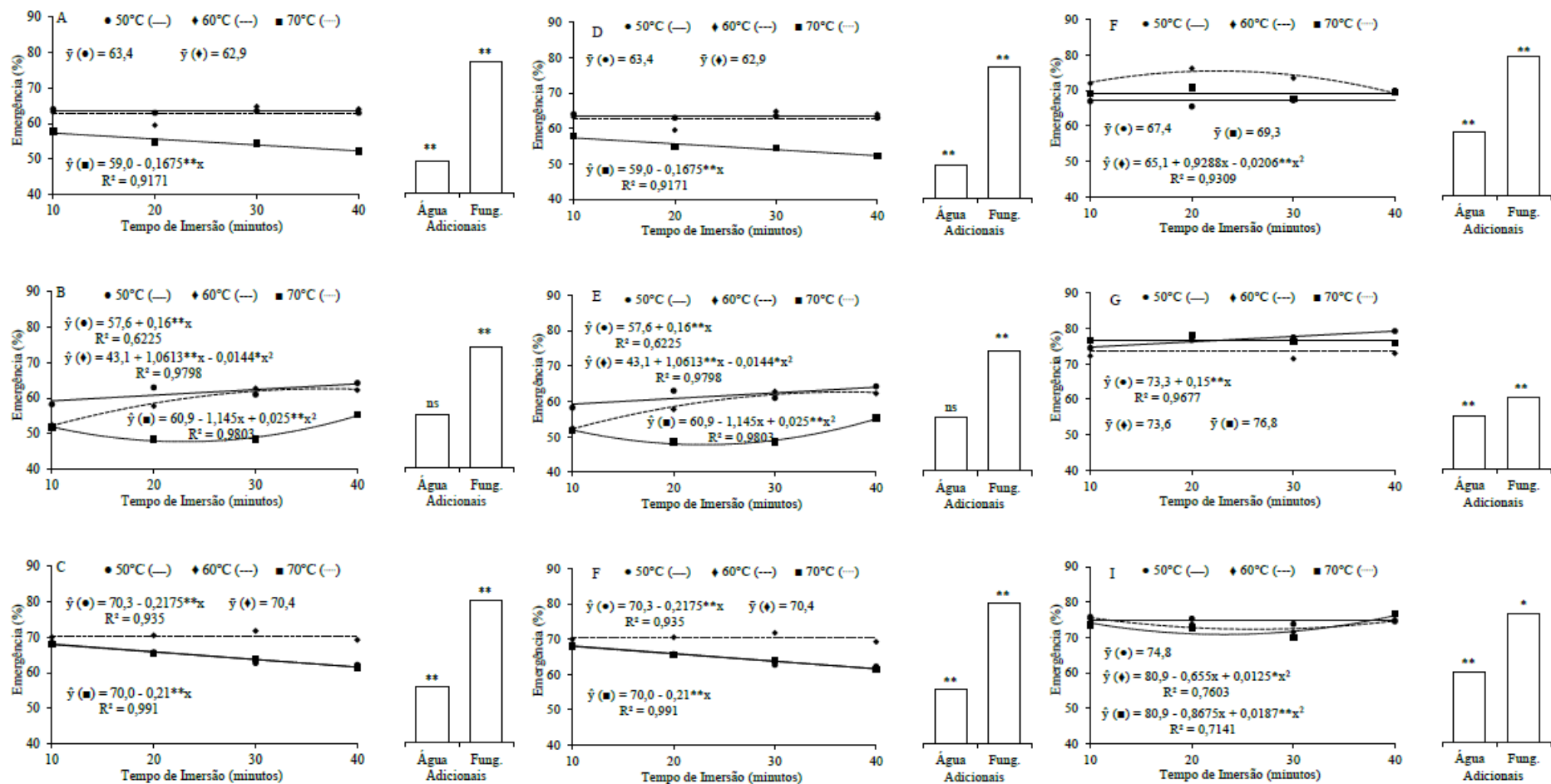


Figura 15. Emergência de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Para os lotes de sementes de angico oriundos da Paraíba (Figura 15), verificou-se que, nos lotes A e C houve um efeito linear decrescente do percentual de emergência quando as sementes foram expostas às temperaturas de 60 e 70 °C, sendo os maiores valores de emergência encontrados em ambos os lotes e temperaturas aos 10 minutos de imersão. Entretanto, observou-se no lote B um ajuste da regressão no modelo quadrático quando aplicada a temperatura de 70 °C, constatando o maior percentual de emergência (74,7%) aos 40 minutos de imersão. Resultado semelhante ao desta pesquisa foi encontrado por Oliveira et al. (2012) quando avaliaram a influência de diversos substratos na germinação de *A. colubrina* e constatou o percentual de emergência de 73% com o substrato areia.

Em todos os lotes de sementes coletados no Rio Grande do Norte, verificou-se que, nas sementes expostas à termoterapia, os menores valores de emergência foram encontrados quando aplicou-se a temperatura de 70 °C. Nos lotes D (Passa e Fica) e E (São José do Campestre) observou-se um efeito linear para as temperaturas de 50 e 60 °C, sendo a temperatura de 50°C responsável por apresentar os maiores valores de emergência (63,4 e 61,5% respectivamente) nos lotes. No lote C (Nova Cruz), a temperatura de 60 °C apresentou o maior valor médio (70,4%) quando comparada com as demais temperaturas. Dorneles et al. (2013) avaliaram a germinação e emergência de plântulas de *A. colubrina* oriundas de cinco fragmentos florestais e constaram percentuais de emergência entre 38,2 e 90,6%. Assim, os valores obtidos neste trabalho estão de acordo com os encontrados na literatura.

Em relação ao comportamento fisiológico das sementes provenientes do estado de Pernambuco, observou-se no lote G (Custódia) um ajuste ao modelo quadrático quando utilizada a temperatura de 60 °C, verificando o maior percentual (75%) quando as sementes foram imersas por 20 minutos. Para o lote H (Sertânia), constatou-se o maior percentual de emergência (78,7%) quando as sementes foram imersas por 40 minutos a 50 °C. Para o lote C (Arcoverde), o maior valor (75%) foi observado na temperatura de 70 °C por 40 minutos de imersão (figura 15). Assim, percebe-se uma semelhança no comportamento fisiológico das sementes dos lotes, uma vez que a diferença entre os valores máximos de emergência entre os lotes foi de 3,7%.

Os resultados do teste de primeira contagem de emergência (PCE) de plântulas de *A. colubrina* oriundas de sementes da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte estão apresentados na Figura 16.

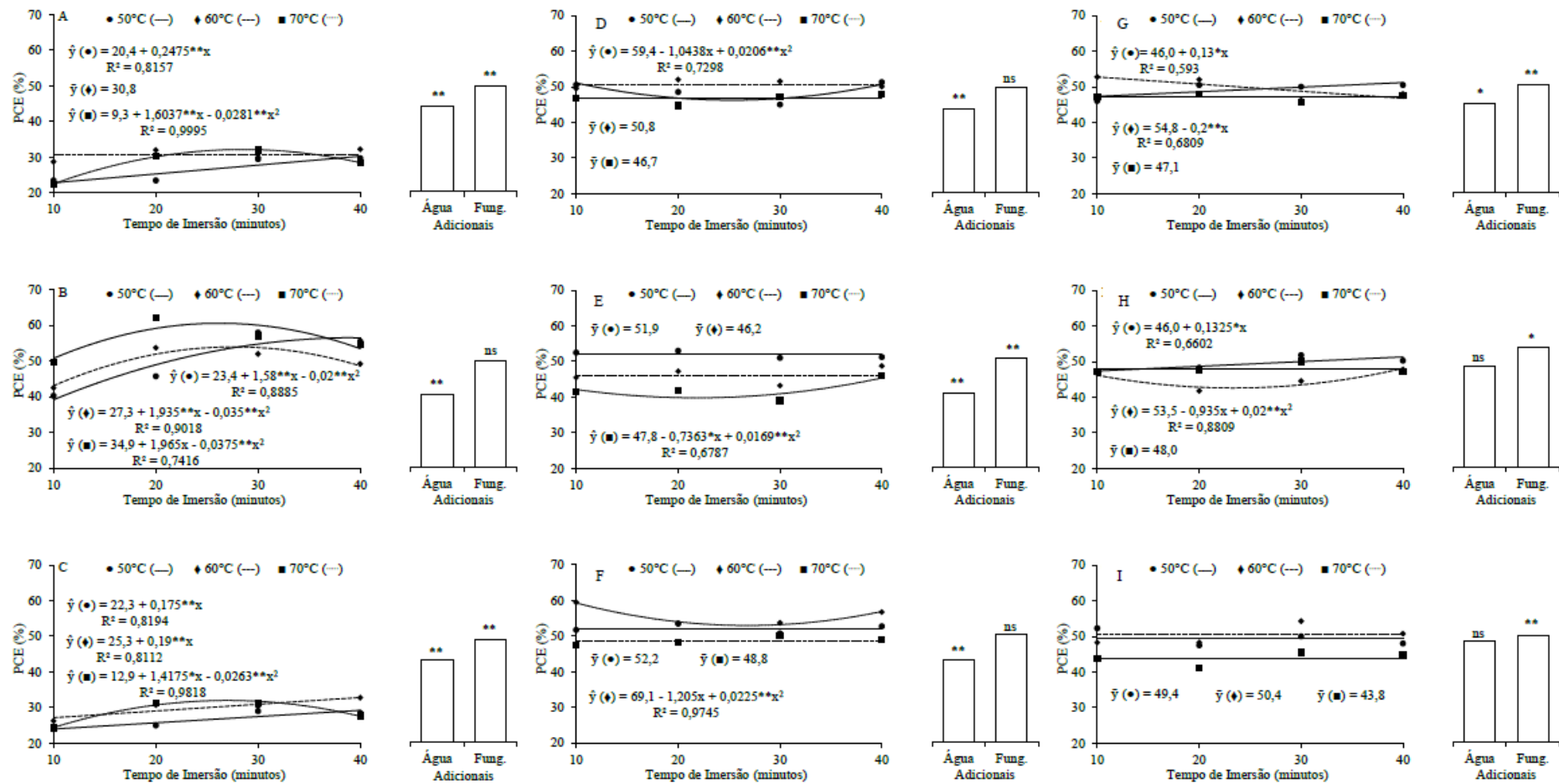


Figura 16. Primeira contagem de emergência (PCE) de plântulas de *Anadenanthera colubrina* oriundas de matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ns, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os dados apresentados na Figura 16 revelaram que o maior valor percentual de plântulas emergidas no lote A (São João do Cariri) durante a PCE foi observado na temperatura de 60 °C, apresentando uma média de 30,5%. A temperatura de 70 °C a 20 minutos de imersão proporcionou para o lote B (Boa Vista) o maior índice (63%) na PCE, havendo um decréscimo a partir deste tempo de imersão. O valor de 34% foi obtido no lote C (Sumé) quando as sementes foram submetidas a 60 °C por 40 minutos, sendo este o maior valor de PCE neste lote. Relacionando os resultados do percentual de emergência com esta variável em análise verificou-se que, as temperaturas que apresentaram os maiores valores de PCE foram às mesmas que obtiveram os maiores de emergência, demonstrando que o potencial fisiológico da semente, associado às condições necessárias para a germinação resulta na qualidade e uniformidade das plântulas.

Analisando a Figura 16, constatou-se que a temperatura de 60 °C proporcionou nos lotes D (Passa e Fica) e E (São José do Campestre) os maiores índices na PCE, obtendo os percentuais de 50,8 e 55,7. No lote F (Nova Cruz), foi verificado o maior percentual (51,9) de plântulas emergidas quando as sementes foram imersas à 60°C.

Lima et al. (2014) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de catingueira (*Poincianella pyramidalis*) coletadas em diferentes árvores matrizes no estado da Paraíba e obtiveram resultados entre 9 e 55% na primeira contagem de emergência. Outros resultados de PCE foram encontrados por Martins et al. (2012), onde avaliaram a emergência e o crescimento de plântulas de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Vell.) sob diversas condições e constataram o percentual de 51,6% quando utilizaram areia como substrato.

Em relação aos lotes do estado de Pernambuco, a temperatura de 60 °C por 10 minutos proporcionou no lote G (Custódia) um percentual de 55% durante a PCE, após esse tempo de imersão houve um decréscimo linear. No lote H (Sertânia) houve um crescimento linear para a temperatura de 50 °C e verificou-se que aos 30 minutos de imersão o valor da PCE foi de 52%. Este mesmo valor de imersão, associado à temperatura de 60 °C proporcionou no lote I (Arcoverde) o percentual de 55% (figura 16). Dapont et al. (2014) obtiveram o valor de 43% na PCE em sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum*), quando utilizaram água quente a 80 °C como método para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas.

As médias da porcentagem de plântulas anormais de *A. colubrina* encontradas nos lotes pertencentes aos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco estão apresentadas na Figura 17.

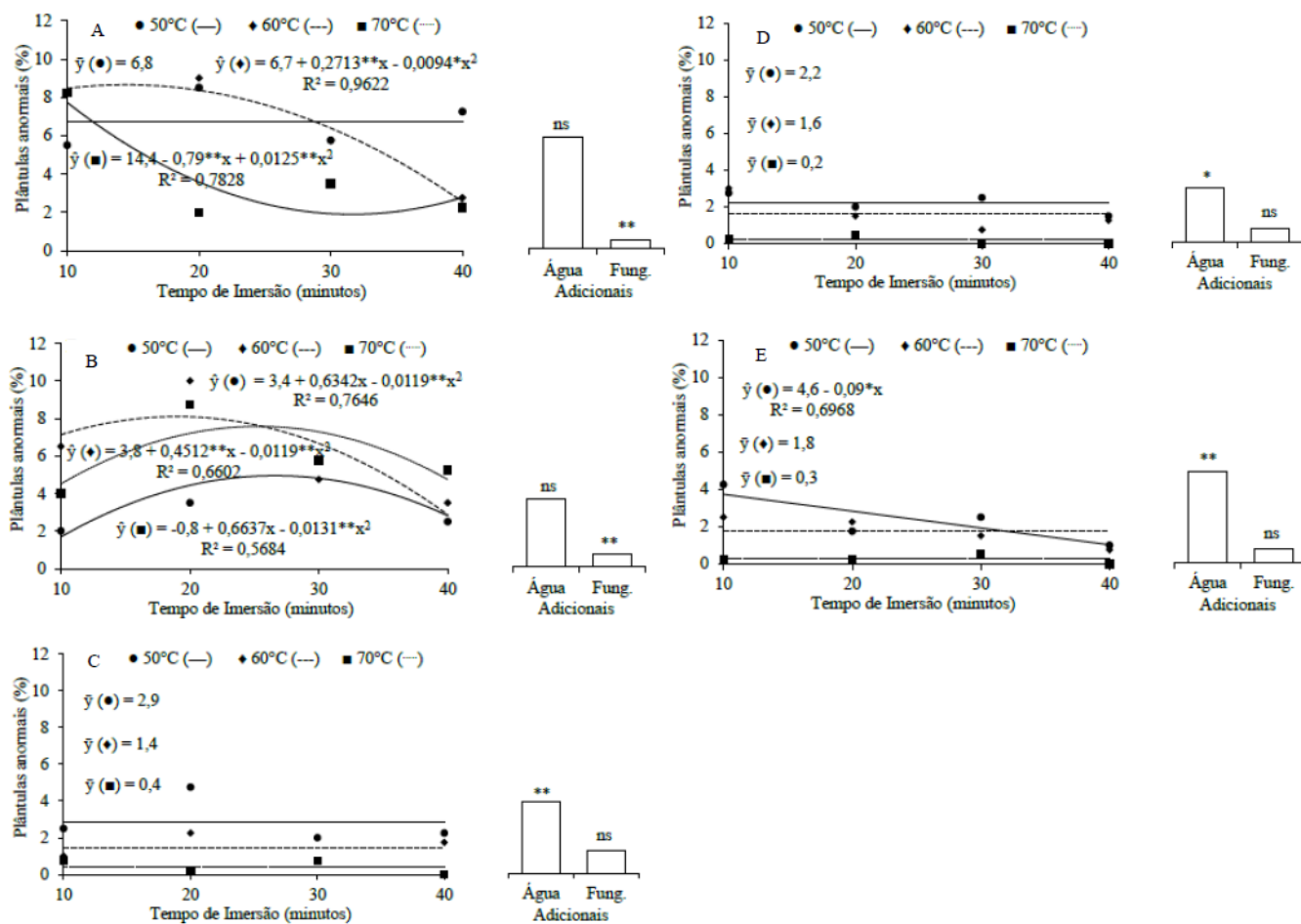


Figura 17. Plântulas anormais (%) no teste de emergência de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B); Rio Grande do Norte: Nova Cruz-RN (C); Pernambuco: Custódia-PE (D) e Arcoverde (E) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Na Figura 17, os menores percentuais de plântulas anormais do lote A (São João do Cariri) foram observados quando utilizou-se a temperatura de 70 °C por 20 e 10 minutos de imersão, verificando a incidência de 2 e 1,4%, respectivamente. Em todos os lotes analisados no estado da Paraíba, constatou-se que as sementes expostas à temperatura de 60 °C por 20 e 10 minutos de imersão resultaram nos maiores índices de PA, verificando valores de 9% (lote A) e 10% (lote B). Entretanto, a partir do ponto máximo (20 minutos) para a temperatura de 60 °C, identificou-se em todos os lotes um decréscimo nos valores percentuais de PA.

Segundo Marcos Filho (2015), quando a semente absorve água muito rapidamente, o tempo necessário para a reestruturação das membranas não é proporcional a entrada de água para o interior da semente, fazendo com que suas células não consigam alcançar novamente um estado fluido e estruturado, favorecendo a ocorrência de sérios danos a estrutura membranária. Isso possibilita a lixiviação de substâncias para fora da semente e aumenta a taxa de plântulas anormais.

Os dados referentes ao percentual de plântulas anormais oriundas do estado do Rio Grande do Norte estão apresentados na Figura 17. Verifica-se que, no lote C (Nova Cruz) a temperatura de 70 °C proporcionou o menor percentual (0,4%) de PA.

Oliveira (2014) avaliou o percentual de plântulas anormais de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R) em diferentes substratos e obteve um índice de 11% quando utilizou a areia como substrato. De acordo com Lima Júnior (2010) plântulas anormais são descritas como aquelas que não apresentam potencial para continuar seu desenvolvimento e originar plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis.

Verificou-se que a temperatura de 70°C apresentou os menores valores médios de plântulas anormais nos lotes dos municípios pernambucanos de Custódia (D - 0,2%) e Arcoverde (E- 0,3%). Não houve significância dos tratamentos quando aplicados nas sementes coletadas nos municípios de Sumé-PB, Passa e Fica-RN, São José do Campestre-RN e Sertânia-PE.

Na Figura 18 encontram-se os resultados do índice de velocidade de emergência (IVE) nas plântulas de *A. colubrina*.

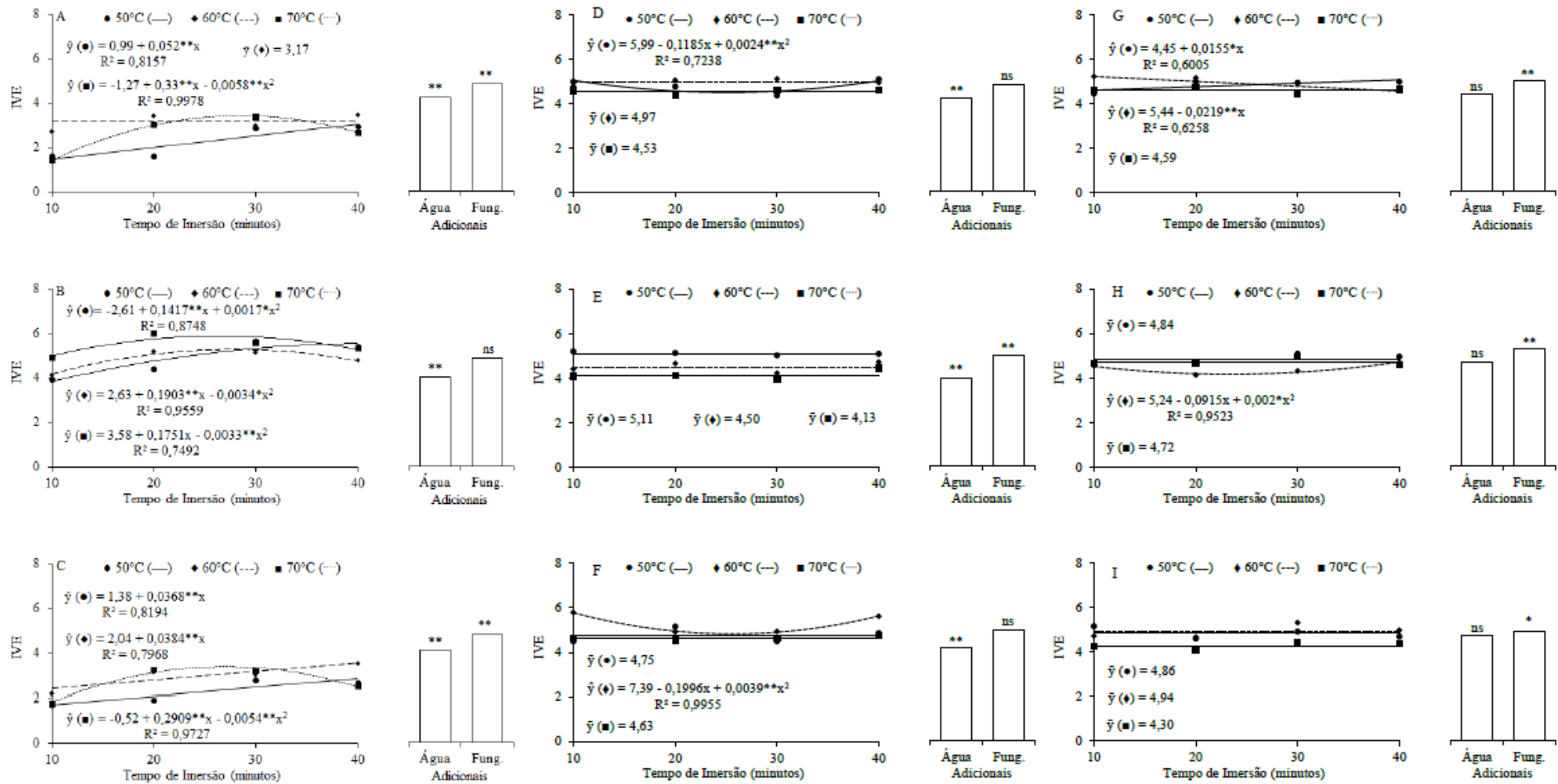


Figura 18. Índice de velocidade de emergência de sementes de *Anadenanthera colubrina* coletadas em matrizes localizadas nos estados da Paraíba: São João do Cariri-PB (A), Boa Vista-PB (B), Sumé-PB (C); Rio Grande do Norte: Passa e Fica-RN (D), São José do Campestre-RN (E), Nova Cruz-RN (F); Pernambuco: Custódia-PE (G), Sertânia-PE (H) e Arcoverde (I) sob os efeitos do tratamento hidrotérmico. ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os valores do índice de velocidade de emergência nos lotes de São João do Cariri (A), Boa Vista (B) e Sumé (C) estão apresentados na Figura 18. Os maiores valores de IVE identificados nos lotes e as temperaturas associadas foram: Lote A (3,17 = 60°C), Lote B (5,52 = 70°C) e Lote C (2,90 = 60°C).

Mota et al. (2013) pesquisaram o efeito de tratamentos na germinação e no crescimento inicial de mudas de angico-preto e obtiveram um índice de velocidade de emergência de 2,82% para a testemunha e 3,11% quando utilizaram uma taxa de 50% de sombreamento na casa de vegetação. Sbrussi e Zucareli (2015) submeteram sementes de seis lotes de milho as temperaturas de 31, 34 e 37 °C afim de avaliarem o potencial fisiológico das sementes e identificaram valores entre 3,19 e 4,62 para IVE. De acordo com Peske et al. (2006), o estabelecimento adequado do estande depende da utilização de sementes com alto potencial fisiológico, capazes de emergir uniforme e rapidamente, sob ampla variação de ambiente. A rapidez e o sincronismo são muito importantes porque permitem reduzir o tempo de exposição das sementes e das plântulas a fatores adversos.

Na Figura 18, os resultados demonstraram que para os lotes D (Passa e Fica) e E (Nova Cruz) a temperatura de 60 °C apresentou o IVE médio de 4,97 e 5,55 sendo os maiores valores quando comparados aos demais tratamentos dentro dos lotes. Para o lote E (São José do Campestre), a temperatura de 50 °C apresentou o maior valor médio (5,11) de IVE.

Guimarães et al. (2011) avaliaram a influência de diferentes substratos na emergência e vigor de plântulas de mulungú (*Erythrina velutina* Willd.) e verificaram o IVE de 6,5% quando utilizaram como substrato a areia.

Semelhante aos dados encontrados anteriormente, podemos visualizar na Figura 18 que, nos lotes G (Custódia) e I (Arcoverde) os maiores índices observados foi quando utilizada a temperatura de 60 °C, com os valores médios de 4,85 e 4,94 respectivamente para o IVE. No lote H (Sertânia) o maior IVE (4,84) foi verificado na temperatura de 50 °C.

Gonçalves et al. (2013) obtiveram valores entre 5 e 7% de IVE quando analisaram a emergência e a qualidade de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* Vell.) em diferentes substratos.

4. CONCLUSÃO

Foram identificados nas sementes de angico provenientes dos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte os seguintes fungos: *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp.; *Rhizopus* sp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. e *Cladosporium* sp.;

A termoterapia, aplicada nas sementes de angico, via calor úmido, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, por 10, 20, 30 e 40 minutos de imersão foram eficazes na redução de *Penicillium* sp.; *Rhizopus* sp.; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Botrytis* sp. e *Cladosporium* sp.;

A termoterapia não interferiu negativamente na qualidade fisiológica das sementes de angico e proporcionou um aumento nos percentuais de germinação e emergência.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F.S.; SILVA, G.Z.; BELARMINO, K.S.; PACHECO, M.V.; BRUNO, R.L.A.; BORGES, S.R.S. Germinação de sementes de arroz vermelho expostas a diferentes regimes térmicos. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.8, n.4, p.17-22, 2014.

ARAÚJO, E.R.; ANDRADE, L.A.; REGO, E.R.; GONÇALVES, E.P.; ARAÚJO, E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de aroeira produzidas no estado da Paraíba. **Revista Agrotécnica**, v. 34, n. 1, p. 9-20, 2013.

ARRUDA, D.M.; BRANDÃO, D.O.; VELOSO, M.D.M.; NUNES, Y.R.F. Germinação de sementes de três espécies de Fabaceae típicas de floresta estacional decidual. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 35, n. 82, p. 135-142. 2015.

BERGHETTI, A.LP, ARAUJO, M.M, BOVOLINI, M.P, TONETTO TS, MUNIZ MFB. Morfologia de plântulas e controle de patógenos em sementes de *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, n. 22, v.1, p. 99-106, 2015.

BEZERRA, R. M. R.; ASSIS, M. M.; SANTOS, G. J. C.; CUNHA, M. C. L. Avaliação da incidência de fungos em sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) com diferentes anos de coleta e tempo de armazenamento. **Scientia Plena**, v.8, n. 4, p. 1-5, 2013.

BOLOGNEZ, C.A.; POHL, S.; MENEGUELLO, G.E.; MEDEIROS, M.O.; AMARAL, J.L. Superação de dormência em sementes de flamboyant (*Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf.). **Enciclopédia Biosfera**, v.11 n.22; p. 2568-2575, 2015.

BRAGHIN, P.A.; ARAUJO, D.V.; BATISTTI, M.; KRAUSE, W.; DIAS, L.D.E. ROSA,

CASTRO, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan**. 2012. 158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

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

CASTRO, C.V.B. **Caracterização morfológica e molecular de isolados de *Rhizoctonia solani* Kuhn**. 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

DANTAS, B.F.; MATIAS, J.R.; MENDES, R.B.; RIBEIRO, R.C. As sementes da Caatinga são...?": um levantamento das características das sementes da Caatinga. **Informativo Abrates**, v. 24, n.3, p.18-33, 2014.

DAPONT, E.C.; SILVA, J.B.; OLIVEIRA, J.D.; ALVES, C.Z.; DUTRA, A.S. Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 598-605, jul-set, 2014.

DORNELES, M.C.; RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschut, Fabaceae, estabelecida em fragmentos florestais do cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 291-304, 2013.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; MOREIRA, E. N. Transmissão de fungos em sementes de cereais de inverno e milho: implicações epidemiológicas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2005. Cap. 3, p. 55-74.

COUTINHO, W. M.; SILVA-MANN, R.; VIEIRA, M. G. G. C.; MACHADO, C. F.; MACHADO J. C. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas a termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 458-464, 2007.

DAVID, A.M.S.S.; ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; MIZOBUTSI, E.H.; AMARO, H.T.R. REIS, S.T. Qualidade sanitária de sementes de mamona (cv. IAC-226). **Comunicata Scientiae**. v.5, n.3, p.311-317, 2014.

DIVSALAR, M.; SHAKERI, M.; KHANDAN, A. Study on thermotherapy treatment effects on seed germination and vigor of tomato cultivars. **International Journal of Plant & Soil Science**. v.3, n.6, p.799-809, 2014.

FANTINIEL, V. S.; OLIVEIRA, L.M.; MUNIZ, M.F.B.; ROCHA, E.C. Detecção de fungos e transmissão de *Alternaria alternata* via sementes de ipê-amarelo, *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC) Mattos. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.7, n.2, p. 05-14, 2013.

FRANÇOSO, C. B.; BARBEDO, C. J. Tratamentos osmóticos e térmicos para controle de fungos em sementes de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Hoehnea**, v. 4, n. 41, p. 541-552, 2014.

GALLO, R.; EBURNEO, L.; NASCIMENTO, H.R. Eficiências de Fungicidas em Sementes de Peroba-MICA (*Aspidosperma desmanthum*) e seus Efeitos na Germinação. **Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n.2, p. 111-121, 2013.

GAMA, J.S.N.; ARAUJO NETO, A.C.; BRUNO, R.L.A.; PEREIRA JUNIOR, L.R.; MEDEIROS, J.G.F. Thermotherapy in treating fennel seeds (*Foeniculum vulgare* Mill.): effects on health and physiological quality. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 842-849, 2014.

GASPARIM, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rigia* (Benth.) Brenan**. 2012. 158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS. 2012.

GONÇALVES, F.G.; ALEXANDRE, R.S.; SILVA, A.G.; LEMES, E.Q.; ROCHA, A.P.; RIBEIRO, M.P.A. Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.37, n.6, p.1125-1133, 2013.

GUARESCHI, D.G.; LANZARINI, A.C.; LAZAROTTO, M.; MACIEL, C.G.; BARBIERI, G. Envelhecimento acelerado de sementes e qualidade de plântulas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos e tamanhos de tubetes. **Agroambiente**, v. 9, n. 1, p. 65-71, 2015.

GUEDES, R. S.; ALVES, E.R.; MOURA, S.S.S.; GALINDO, E.A. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2373-2382, 2015.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; COSTA, E.M.T.; MOURA, S.S.S.; SILVA, R.S.; CRUZ, F.R.S. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 859-866, 2013.

GUIMARÃES, J.P.; COELHO, M.F.B.; BENEDITO, C.P.; MAIA, S.S.S.; NOGUEIRA, C.S.R.; BATISTA, P.F. Efeito de diferentes substratos na emergência e vigor de plântulas de mulungú. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 932-938. 2011.

JUSTICE, O.L.; BASS, L.N. **Principles and practices of seed storage**. London: Castle House, 1979. 289p.

LAZAROTTO, M.; MEZZOMO, R.; MACIEL, C. G.; BOVOLINI, M. P.; MUNIZ, M. F. B. Termoterapia via calor úmido para tratamento de sementes de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. - Fabaceae. In: II Seminário de Atualização Florestal e XI Semana de Estudos Florestais, 2010, Irati. **Resumo...** II Seminário de Atualização Florestal e XI Semana de Estudos Florestais, 2010.

LAZAROTTO, M.; MEZZOMO, R.; MACIEL, C. G.; BOVOLINI, M. P.; MUNIZ, M. F. B. Tratamento de sementes de canafístula via calor úmido. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 3, p. 268-273, 2013.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014.

LIMA JUNIOR, M. J. V. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 1º ed. 2010. 146p.

LOPES, J.C.; BARBOSA, L.G.; CAPUCHO, M.T. Germinação de sementes de *Bauhinia* spp. **Floresta**, v. 37, n. 2, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1. 368p.

LUZ, P. B.; PIVETTA, K. F. L.; NEVES, L. G.; PAIVA SOBRINHO, S.; BARELLI, M. A. A. Caracterização morfológica do diásporo e da plântula de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus/PI, v. 3, n. 4, p. 244-248, 2012.

MACHADO, A. Q. 2002. **Uso da restrição hídrica em testes de sanidade de semente de algodoeiro**. 55f. Dissertação (Mestrado em fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MACHADO, J.S.; SOUZA, W.M.F.; LUSTOSA JUNIOR, I. M.; SANTOS, L.M.; FARIAS, S.G.G. Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência em sementes de angico. **Cerrado Agrociências**. v.1, n.4, p. 27-34, 2013.

MACIEL, C. G., MUNIZ, M. F. B., SANTOS, A. F., LAZAROTTO, M. Detecção, transmissão e patogenicidade de fungos em sementes de *Parapiptadenia rigida*. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.4, p.323-328, 2012.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARANGONI, L.D.; MUNIZ, M.F.B.; BINOTTO, R.; GEORGIN, J.; MACIEL, C.G. Influência do teor de umidade na germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Nativa**, v. 02, n. 04, p. 224-228, 2014.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2º ed. 2015. 659p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 1º ed. 2005. 495p.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Centro nacional de conservação da flora. 1º Edição - Rio de Janeiro, 1102p. 2013.

MARTINS, C.C.; BORGES, A.S.; PEREIRA, M.R.R.; LOPES, M.T.G. Posição da semente na semeadura e tipo de substrato sobre a emergência e crescimento de plântulas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 845-852, 2012.

MARTHUR, S. B.; KONGSDAL, O. **Common laboratory seed health testing methods for detectine fungi**. Basserdorf: International Seed Testing Assocation, 2003, 425 p.

MEDEIROS, J.G.F.; ARAUJO NETO, A.C.; URSULINO, M.M.; NASCIMENTO, L.C.; ALVES, E.U. Fungos associados às sementes de *Enterolobium contortisiliquum*: análise da incidência, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos vegetais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 47-58, 2016.

MEDEIROS, J.G.F.; ARAUJO NETO, A.C.; MENEZES, N.P.C.; Sanidade e germinação de sementes de *Clitoria fairchildiana* tratadas com extratos de plantas. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v. 33, n. 76, p. 405-410, 2013.

MORATELLI, R.F.; THEODORO, G.F.; PRANDO, M.B.; SEHN, K.K.; RIBEIRO, S.G.S.P. Controle do tombamento de plântulas de algodoeiro, causado por *Rhizoctonia solani*, através do tratamento de sementes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 580-588, 2012.

MOREIRA, F.L.; PORTELLA, M.B.S.; MORAES, C.E.; MATHEUS, M.T. Germinação e vigor de sementes de angico-vermelho em condições de estresse hídrico. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18; p. 1845-1856, 2014.

MOTA, L.H.S.; SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.4, p.655-663, 2013.

MORIM, M.P. *Anadenanthera* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB18071>>. Acesso em: 02 Fev. 2016.

MIRANDA, C.C.; SOUZA, D.M.S.; MANHONE, P.R.; OLIVEIRA, P.C.; BREIER, T.B. Germinação de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. com diferentes substratos em condições laboratoriais. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 26-31, 2012.

MUNIZ, M. F. B. Controle de microrganismos associados a sementes de tomate através do uso do calor seco. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 276-280, 2001.

NOBRE, D.A.C.; COSTA, C.A.; BRANDÃO JUNIOR, D.S.; RESENDE, J.C.F.; FLÁVIO, N.S.D.S. Qualidade das sementes de girassol de diferentes genótipos. **Ciência Rural**, v. 8, n.63, p. 45 52, 2015.

OLIVEIRA, F.N. **Morfologia, germinação e viabilidade de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto)**. 142f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2014.

OLIVEIRA, K.S.; OLIVEIRA, K.S.; ALOUFA, M.A.I. Influência de substratos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan em condições de casa de vegetação. **Revista Árvore**, v.36, n.6, p.1073-1078, 2012.

OLIVEIRA, S.S.C.; ARAÚJO NETO, J.C.; SIHÉLIO, J.; MARQUES, F.M. Caracterização morfométrica de sementes e plântulas e germinação de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 643-653, 2012.

OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. A.; GONÇALVES, E. P.; GUEDES, R. S.; SILVA NETO, J. J. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2011.

PARISI, J. J. D.; SANTOS, A. F.; MENTEN, J. O. M. Tratamento de sementes florestais. In: **Patologia de Sementes Florestais**. 1º ed. Colombo: Embrapa Florestas, p. 105-114. 2011.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A.P.; ARAÚJO, K.D.; BARBOSA, A.S.; BARBOSA, F.M. Espécies da caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos fitofármacos. *Floresta e Ambiente*, v.21, n.4, p. 509-520, 2014.

PEREIRA, M.S. **Manual técnico: Conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga**. Fortaleza - CE, Associação Caatinga, 2011. 60 p.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**, 2º ed. Pelotas: MRV, 2006. 474p.

PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B.; REINIGER, L. R. S.; DUTRA, C. B.; PACHECO, C. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) submetidas a métodos de superação de dormência. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 289-297, 2014.

RAMOS, D. P.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R. D. Infecção por *Fusarium graminearum* e *Fusarium verticillioides* em sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 24-31, 2014.

ROSA, H. H. R.; ARAÚJO, D. V.; BAGATINI, G. J.; AMBROSIO, J.; DIAS, L. D. Eficiência do tratamento químico de sementes na germinação, vigor e sanidade em diferentes cultivares de canola. **Enciclopédia Biosfera**, v.11 n.21; p. 2015.

SANTOS, R.S.; RAMOS, D.L.D.; MATIAS, J.R.; SILVA, T.C.; DANTAS, B.F. Efeito do congelamento na qualidade fisiológica de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) com diferentes teores de água. **Heringeriana**, v.6, n. 1, p. 80-81, 2012.

SBRUSSI, C.A.G.; ZUCARELI, C. Germinação sob altas temperaturas para avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.10, p.1736-1741, 2015.

SCHNEIDER, C. F.; GUSATTO, F. C.; MALAVASI, M. M.; STANGARLIN, J.R.; MALAVASI, U. C. Termoterapia na qualidade fisiológica e sanitária de sementes armazenadas de pinhão-manso. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 47-56, 2015.

SILVA, D. Influência da armazenagem de sementes no vigor germinativo e qualidade de mudas de espécies florestais para o estado do mato grosso. 174f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2015.

SILVEIRA, M.A.M.; RAMOS, E.J. M.; MORAIS, G.B. Comparação de métodos para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de calêndula. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.24-30, 2002.

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.2, p.108-112, 2001.

VECHIATO, M.H., PARISI, J.J.D. Importância da qualidade sanitária de sementes florestais na produção de mudas. **Biológico**, v.75, n.1, p. 27-32, 2013.

VIEIRA, J.F.; ABREU, M.S.; MAIA, F.G.M.; OGOSHI, C.; PIERRE, R.O.; CARVALHO, E.A.; SILVA, B.M. Tratamento térmico de sementes no manejo da mancha manteigosa causada por *Colletotrichum gloeosporioides* em cafeeiro *Coffea arabica* L. **Acta Ambiental Catarinense**. v. 8, n.1, p. 27-38, 2011.

WITT, F.A.P.; OLIVEIRA, F.F.; TAKESHITA, V.; RIBEIRO, L.F.C. Qualidade sanitária de sementes de *Urochloa* e *Panicum* comercializada no norte mato-grossense. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11 n.21; p.1636, 2015.

WRASSE, C.F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz**. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, RS. 2006.

ZAUZA, E. A. V.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Esterilização, preparo de meios de cultura e fatores associados ao cultivo de fitopatógenos**. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. (Eds.). Métodos em fitopatologia. Viçosa: UFV, 2007. p. 23-51.