



UFAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM AGRONOMIA**



CECA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA, GERMINAÇÃO, CONSERVAÇÃO
DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Anadenanthera macrocarpa*
(Benth.) Brenan EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS**

Silvia Sanielle Costa de Oliveira

**Rio Largo – AL
2010**

SILVIA SANIELLE COSTA DE OLIVIERA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA, GERMINAÇÃO, CONSERVAÇÃO
DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Anadenanthera macrocarpa*
(Benth.) Brenan EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: **Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto**

Co-Orientadora: **Prof^a. Dr^a. Vilma Marques Ferreira**

**Rio Largo - AL
2010**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- O48c Oliveira, Silvia Sanielle Costa de
Caracterização morfológica, germinação, conservação de sementes e produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em função de diferentes substratos orgânicos / Silvia Sanielle Costa de Oliveira. – 2010.
71 f. : il. tabs., grafs.
- Orientador: João Correia de Araújo Neto.
Co-Orientadora: Vilma Marques Ferreira.
Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção Vegetal e Proteção de Plantas)
– Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2010.
- Bibliografia: f. 64-71.
1. Angico preto 2. *Anadenanthera macrocarpa*. 3. Espécie florestal. 4. Biometria. 5. Secagem. I. Título.

CDU: 635.03

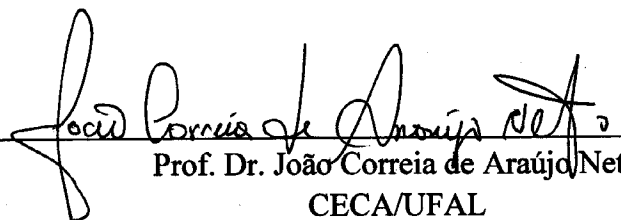
TERMO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA, GERMINAÇÃO, CONSERVAÇÃO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS.

SILVIA SANIELLE COSTA DE OLIVEIRA

Matricula: 08130102

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado em Agronomia (Áreas de Concentração "Produção Vegetal e Proteção de Plantas"), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Agronomia, tendo sido aprovada pela seguinte Banca Examinadora:

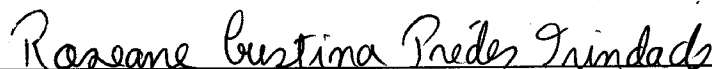


Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto

CECA/UFAL

Orientador

(Presidente)



Prof. Dra. Roseane Cristina Predes Trindade


CECA/UFAL

(Membro)

Prof. Dra. Leila de Paula Rezende

CECA/UFAL

(Membro)



Prof. Dra. Vilma Marques Ferreira

CECA/UFAL

(Membro)

**RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS
FEVEREIRO DE 2010**

A Deus, minha razão de viver.

Aos meus pais Adecilda Costa de Oliveira e Humberto José de Oliveira, pelo amor.

Ao meu querido avô Antônio Araújo da Costa, pelos ensinamentos.

Ao meu esposo, Sihélio Júlio Silva Cruz, pelo companheirismo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, força e por estar sempre presente em minha vida;

A minha família pela compreensão e apoio.

A Universidade Federal de Alagoas (UFAL) por criar a oportunidade da realização do Curso de Mestrado de forma pública e gratuita;

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pelos apoios financeiros;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal);

Ao Professor Dr. João Correia de Araújo Neto, pela orientação e incontestável amizade e presteza sempre que solicitado;

A Professora Dr^a. Vilma Marques Ferreira, pelos ensinamentos, colaboração e amizade.

Aos meus grandes amigos Petrúcio Alexandre Fonseca Rios, Katharina Maria Gouveia Pacheco e Euménes Tavares de Farias, pelos maravilhosos momentos que compartilhamos.

A Laíne, Sâmia, Romel, Clíssia, Bruno, Gilcilene, Patrícia, Yolanda, Catarina, Ellen, pela agradável convivência;

Aos professores da graduação e pós-graduação que transmitiram seus conhecimentos, contribuindo para a minha formação;

Aos funcionários do Centro de Ciências Agrárias (CECA) e do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela constante ajuda.

A todos os colegas de graduação e pós-graduação, pela amizade e convívio diário;

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e que por ventura não foram citados.

RESUMO

OLIVEIRA, S. S. C. **Caracterização morfológica, germinação, conservação de sementes e produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em função de diferentes substratos orgânicos.** 2011. 72p. Dissertação de Mestrado (Agronomia Produção Vegetal e Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, estado de Alagoas, 2010.

Um dos fatores básicos para êxito em atividades como recuperação de áreas degradadas e/ou reflorestamentos é utilizar sementes de boa qualidade de espécies adequadas à ecologia das diversas regiões. Este trabalho objetivou a caracterização biomorfológica das sementes, bem como estudar a germinação, conservação das sementes e produção de mudas de angico preto. Frutos maduros de angico preto foram colhidos de várias árvores localizadas no campus da Universidade Federal de Alagoas, no período de outubro a dezembro de 2008. Nas sementes foi determinado o grau de umidade e feitas medições biométricas (comprimento, largura e espessura). Avaliou-se o efeito de diferentes temperaturas de germinação (constantes de 15°C, 25°C, 30°C e 40°C e alternada de 20-30°C) e substratos (papel de filtro e areia lavada). Para avaliação do potencial fisiológico, o lote foi dividido em duas partes iguais, uma parte foi mantida sem secagem (umidade de colheita) e armazenadas com grau de umidade de 22% e o restante foi submetido à secagem em câmara seca e posteriormente armazenadas com 9,7% de umidade. Foram testadas duas embalagens (papel e vidro) e três ambientes de armazenamento (câmara seca, geladeira e ambiente não controlado). Para a produção de mudas, os substratos consistiram nas seguintes combinações: solo, solo + esterco de caprino, solo + torta de filtro, solo + bagaço de cana, solo + serrapilheira, areia + torta de filtro e areia + esterco de caprino. Para todos os ensaios conduzidos em laboratório o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 25 sementes por tratamento, os testes conduzidos em campo (mudas) foram arranjados em bloco casualizado, com quatro repetições por tratamento sendo os resultados submetidos à regressão polinomial. Para efeito de análise estatística, os dados de percentagem de germinação foram transformados em $\arcsen \sqrt{p/100}$. Os frutos de angico preto possuem de uma a 17 sementes, estas por sua vez, apresentam em média 13,0 mm de comprimento por 11,5 mm de largura e 1,1 mm de espessura, o eixo embrionário ocupa parte da região central da semente de com posição axial e linear e a germinação das sementes de angico preto é do tipo epigea e as plântulas fanerocotiledonares. A temperatura de 30°C e o substrato papel filtro proporcionam maiores médias de percentagem e velocidade de germinação de angico preto, o acondicionamento das sementes de angico preto em frascos de vidro armazenadas em geladeira mantém o vigor por pelo menos 240 dias e o substrato solo + torta de filtro proporciona melhores características biométricas e acúmulo de matéria seca as plantas de angico preto.

Palavras-chave: Angico preto; Espécie florestal; Biometria; Secagem.

ABSTRACT

OLIVEIRA, S. S. C. **Morphometric characterization, germination, seed storage and seedling production *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan with different organic substrates.** 2011. 72p. Dissertação de Mestrado (Agronomia Produção Vegetal e Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, estado de Alagoas, 2010.

One of the key factors for success in activities such as reclamation and / or reforestation is to use good quality seeds of suitable species to the ecology of different regions. This study aimed to characterize biomorfologica seeds, as well as studying the germination, seed conservation and production of seedlings of black mimosa. Ripe black mimosa were collected from several trees located on the campus of the Federal University of Alagoas, in the period from October to December 2008. In seeds was determined and the moisture made biometric measurements (length, width and thickness). We evaluated the effect of different germination temperatures (constant 15 ° C, 25 ° C, 30 ° C and 40 ° C and 20-30 ° C) and substrates (filter paper and washed sand). To assess the physiological, the lot was divided into two equal parts, one part was kept without drying (moisture harvest) and stored at moisture content of 22% and the remainder was subjected to drying in a dry chamber and then stored at 9, 7% moisture. We tested two packages (paper and glass) and three storage environments (dry chamber, refrigerator and room temperature). For seedling production, the substrates consisted of the following combinations: soil, soil + goat manure, soil + filter cake, bagasse + soil, soil + litter, sand + filter cake and goat manure + sand. For the tests conducted in the laboratory experiment design was completely randomized, with 25 seeds per treatment, tests conducted in the field (plants) were arranged in randomized block with four replications per treatment and the results were submitted to polynomial regression. For purposes of statistical analysis, data on germination percentage were transformed into $\arcsin \sqrt{P/100}$. The fruits of black angico have one to 17 seeds, these in turn, have on average 13.0 mm by 11.5 mm wide and 1.1 mm thick, the embryo acup part of central seed with axial position and linear and germination of mimosa is black is epigeal and seedlings fanerocotylar. The temperature of 30 ° C and the filter paper substrate provides a higher average percentage and germination rate of black mimosa, wrapping black mimosa seeds in glass jars stored in the refrigerator keeps the force of at least 240 days and soil + pie filter provides better biometric characteristics and dry matter accumulation in plants angico black.

Key words: Angico black; Forest species; Biometrics; Drying.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1 Distribuição da Frequência relativa (Fr) do comprimento (A), largura (B), espessura (C) de sementes e número de sementes por fruto (D) de <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan.....	32
FIGURA 2 Caracterização física (A) e morfológica (B) das sementes de <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan.....	34
FIGURA 3 Desenvolvimento pós-seminal de plântulas de <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan; (A) semente intumescida (B) emissão da radícula; (C) alongamento da raiz primária; (D) plântula normal.....	35
FIGURA 4 Plântulas anormais de <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan; (A) Parte aérea retorcida e atrofiada e (B) raiz primária atrofiada e cotilédones necrosados.....	36
FIGURA 5 Polígonos de frequência relativa (Fr) da germinação de sementes de <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan em função de diferentes temperaturas e substratos. Nt = número total de sementes germinadas.....	39
FIGURA 6 Grau de Umidade das sementes de angico preto (<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth.) acondicionada com teor de água de 22% em embalagens de papel (A) e vidro (B) acondicionadas em câmara seca, geladeira e ambiente de laboratório por diferentes períodos.....	43
FIGURA 7 Grau de umidade das sementes de angico preto (<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth.) acondicionadas com teor de água inicial de 9,7% em embalagens de papel (A) e vidro (B) acondicionadas em câmara seca, geladeira e ambiente de laboratório por diferentes períodos.....	44
FIGURA 8 Porcentagem de germinação de sementes de angico preto (<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth.) acondicionadas com 22% em embalagem de papel (A) e vidro(B) e com 9,7% de umidade em embalagem de papel (C) e vidro (D) em câmara seca (■), geladeira (▲) e ambiente não controlado (●).....	46

	Pág.
FIGURA 9 Índice de velocidade de germinação de sementes de angico preto (<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth.) acondicionadas com 22% em embalagem de papel (A) e vidro(B) e com 9,7% de umidade em embalagem de papel (C) e vidro (D) em câmara seca (■), geladeira (▲) e ambiente não controlado (●).	48
FIGURA 10 Comprimento de plântula (CP) angico preto (<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth), de sementes acondicionadas com 22% em embalagem de papel (A) e vidro(B) e com 9,7% de umidade em embalagem de papel (C) e vidro (D) em câmara seca (■), geladeira (▲) e ambiente não controlado (●).....	50
FIGURA 11 Massa seca (MS) de plântula angico preto (<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth), de sementes acondicionadas com 22% em embalagem de papel (A) e vidro(B) e com 9,7% de umidade em embalagem de papel (C) e vidro (D) em câmara seca (■), geladeira (▲) e ambiente não controlado (●).....	51
FIGURA 12 Valores médios de altura (A) e diâmetro do colo (B) de mudas de angico preto - <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth) Brenan submetidas a diferentes substratos orgânicos: solo (◆), solo + esterco de caprino (■), solo + torta de filtro (▲), solo + bagaço de cana (×), solo + serrapilheira (*), areia + torta de filtro (●) e areia + esterco de caprino (+) aos 39, 46, 53, 60, 67, e 74 dias após a semeadura.....	55
FIGURA 13 Valores médios de número de folhas por planta das mudas de angico-preto - <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth) Brenan submetidas a diferentes substratos orgânicos : solo (◆), solo + esterco de caprino (■), solo + torta de filtro (▲), solo + bagaço de cana (×), solo + serrapilheira (*), areia + torta de filtro (●) e areia + esterco de caprino (+), aos 39, 46, 53, 60, 67, e 74 dias após a semeadura.....	57
FIGURA 14 Raízes de mudas de angico preto (A) - <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth) Brenan e presença de nódulos nas raízes secundárias (B) em plantas cultivadas em substrato composto por solo + torta de filtro e solo + serrapilheira aos 74 dias após a semeadura.....	61

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1 Composição química dos substratos solo (S), solo + esterco de caprino (S + EC), solo + torta de filtro (S + TF), solo + bagaço de cana (S + BC), solo + serrapilheira (S + SE), areia + torta de filtro (A + TF) e areia + esterco de caprino (A + EC), utilizados para a produção de mudas de <i>Anadenanthera macrocarpa</i>	30
TABELA 2 Estatística descritiva do comprimento, largura, espessura de sementes e número de sementes por fruto de <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan.....	31
TABELA 3 Porcentagem de germinação de sementes de <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....	37
TABELA 4 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.....	37
TABELA 5 Porcentagem (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de angico-preto - <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth) Brenan, em função de diferentes substratos orgânicos.....	54
TABELA 6 Massa seca da parte aérea, raiz e total em plantas de angico preto - <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth) Brenan, submetidas a diferentes substratos orgânicos aos 74 dias após a semeadura.....	59

SUMÁRIO

Pág.

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Importância dos estudos morfológicos de sementes e plântulas.....	14
2.2 A germinação.....	15
2.3 Armazenamento de sementes.....	17
2.4 Produção de mudas.....	21
2.5 Descrição da espécie em estudo.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Aspectos biomorfológicos e desenvolvimento pós-seminal.....	25
3.2 Efeito da temperatura e substrato na germinação.....	26
3.3 Armazenamento das sementes.....	27
3.4 Produção de mudas.....	28
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Biomorfologia das sementes.....	31
4.2 Desenvolvimento pós-seminal.....	34
4.3 Germinação em função da temperatura e substrato.....	36
4.4 Armazenamento das sementes.....	42
4.5 Efeito de diferentes substratos orgânicos na produção de mudas.....	53
4.5.1 Porcentagem e velocidade de emergência.....	53
4.5.2 Produção de mudas.....	54
5 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

Os recursos florestais têm sofrido grandes pressões, causado pelo desmatamento indiscriminado de espécies nativas para fins agropecuários, e também, pela extração de matéria-prima as quais são utilizadas nas indústrias, suprimindo inúmeras necessidades do mercado. A utilização de madeira nativa, por exemplo, continua aumentando em decorrência do processo de extrativismo, tendo como principal consequência o esgotamento de reservas e aumento do número de espécies florestais que estão na lista de plantas em extinção.

De acordo com Sampaio et al. (2005) na região Nordeste, as últimas frentes de exploração madeireira localizadas no Maranhão e sul da Bahia foram esgotadas na segunda metade do século passado, transferindo-se a exploração para a Amazônia, consequentemente ocasionando a redução da cobertura vegetal, implicando não apenas na perda da biodiversidade da flora e fauna, mas também no aumento da degradação do solo, redução da disponibilidade hídrica e mudanças climáticas. Por esta razão, a crescente conscientização da sociedade, frente aos problemas ecológicos e ao avanço de políticas através de atividades de fiscalização, proporcionam o aumento da demanda de sementes e mudas de espécies nativas, para subsidiar trabalhos de recuperação de áreas degradadas (ABDO e PAULA, 2006). Contudo, uma das maiores dificuldades é a disponibilidade de sementes para produção de mudas em larga escala, sendo este um fator limitante para os programas de reflorestamento. Além disso, a utilização de espécies nativas e também de sementes de boa qualidade garantem a germinação, desenvolvimento e estabelecimento de mudas vigorosas, para que o trabalho de recuperação de áreas degradadas com espécies arbóreas tenha êxito.

Por tais razões, é notável o crescente interesse em estudar a biologia de espécies florestais nativas, objetivando a domesticação, e este fato pode ser observado pela diversidade de trabalhos científicos referente às espécies florestais nos últimos anos (SILVA e AGUIAR, 2004; ARAUJO NETO et al. 2005; LIMA et al. 2006; RAMOS et al. 2006; CARVALHO et al. 2006; SILVA e PAOLI, 2006; MARTINS e LAGO, 2008; ENGEL e MINHONI, 2009 dentre outros).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar a caracterização morfométrica, germinação, conservação de sementes e produção de mudas de angico preto em função de diferentes substratos orgânicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância dos estudos morfológicos de sementes e plântulas

O estudo da morfometria de frutos, sementes e plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento contribui para melhorar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies vegetais (GUERRA et al. 2006), e esses conhecimentos podem melhorar a conservação da fauna e flora (BETRALTI, 1994), servindo como subsídio para a produção de mudas (GUERRA et al. 2006), auxiliando também estudos ligados ao processo germinativo, armazenamento, testes de qualidade fisiológica, métodos de cultivo e manejo (BARROSO et al. 1999), além de ser fundamental para melhor compreensão da sucessão ecológica e regeneração dos ecossistemas florestais (BETRALTI, 1994; ARAÚJO NETO et al. 2002a; AMARO et al. 2006).

Melo et al. (2004) definem a estratégia de regeneração como um conjunto de atributos fisiológicos e morfológicos, das sementes, plântulas e indivíduos jovens, que conferem às espécies vegetais a capacidade de estabelecer novos indivíduos no ambiente. Os autores classificam as plantas quanto a duas grandes estratégias biológicas: as pioneiras, que produzem sementes em grande quantidade, de tamanho pequeno, geralmente dispersas pelo vento que participam de estágios iniciais de regeneração da floresta após o surgimento de clareiras naturais ou perturbações que estimulem o processo; e as tolerantes à sombra (secundárias e/ou clímax), que produzem sementes grandes, dispersas por mamíferos e aves, as quais germinam e se estabelecem sob condições de pouca luminosidade, sendo os componentes mais notáveis dos estágios mais avançados de regeneração das florestas tropicais.

Para os taxonomistas, a avaliação de diferentes estruturas manifestados por estruturas das plantas através da sua constância são essenciais na identificação de algumas espécies (CUNHA e FERREIRA, 2003). Segundo os mesmos autores, apenas a identificação destas características de emprego taxonômico são mais superficiais, porém, caracteres internos passam a ser mais confiáveis e seguros para identificação.

Desse modo, as características morfo-anatômicas da semente e do embrião, constituem um critério bastante seguro para a identificação de família, gênero e, às vezes, da espécie, uma vez que essas estruturas, tanto internas quanto externas, são pouco modificadas pelo ambiente (BARROSO et al. 1999).

A descrição morfológica das plântulas são importantes para facilitar pesquisas sobre bancos de sementes no solo (ARAÚJO NETO et al. 2002b) bem como auxiliar na identificação de plantas de uma determinada região em estudo de regeneração por sementes, sob condições naturais (OLIVEIRA, 1993; AMARO et al. 2006). Dentre os benefícios obtidos, os mesmos autores destacaram que a sobrevivência da plântula em condições naturais, dependerá da sua interação com o meio ambiente, desde o processo germinativo até o estabelecimento, ambas as fases extremamente críticas na vida vegetal.

A morfologia de plântulas está também relacionada com o conceito de “plântula normal”, descrita como sendo a plântula que possui todas as estruturas essenciais, completando todos os estádios de desenvolvimento de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). De acordo com Ramos e Ferraz, (2008) esta definição é essencial para a padronização de estudos com tecnologia de sementes, uma vez que o objetivo é a obtenção de plantas com bom desenvolvimento e aptas a se estabelecerem no campo. Os autores ressaltam ainda que tais informações são imprescindíveis para auxiliar na identificação e descrição das espécies em estádios juvenis.

Face à relevância de tais estudos, observa-se que há preocupação da comunidade científica referente aos estudos morfológicos, com a finalidade de preservar as espécies florestais nativas. Alguns autores, como Cunha e Ferreira (2003), Guerra et al. (2006), Melo e Varela (2006) e Ramos e Ferraz (2008) fornecem informações sobre aspectos morfológicos de algumas espécies florestais pertencentes à família Leguminosae, para auxiliar em testes de germinação, identificação de plântulas e estudos sobre a ecologia das espécies.

2.2 A germinação

As sementes são estruturas complexas, constituídas por tecido de reserva endospermático ou cotiledonar e eixo embrionário, ambos protegidos por um envoltório, tendo como principal finalidade gerar um novo indivíduo. A disseminação e perpetuação das espécies são garantidas pelas sementes, através de algumas propriedades físico-químicas e biológicas, distribuindo a germinação no tempo (dormência) e espaço (dispersão) (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

O processo germinativo é caracterizado pela retomada das atividades anabólicas e catabólicas, incluindo a atividade respiratória, intensificação das atividades enzimáticas, mobilização e transporte de reservas, após a embebição, possibilitando o alongamento e divisão celular do embrião, culminando com a protrusão da raiz primária. Por tanto, esta é a fase mais crítica na vida vegetal e pode ser influenciada por fatores de natureza extrínseca e/ou de natureza intrínseca (FERREIRA e BORGHETTI, 2004), sendo a água considerada como principal fator que pode limitar o processo, afetando a porcentagem, velocidade e uniformidade da germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Os eventos seqüenciais que ocorrem na germinação são influenciados por diversos fatores de natureza extrínseca, que podem atuar de forma isolada ou em interação. Um desses fatores é a temperatura, que altera a porcentagem e velocidade de germinação, por atuar na absorção de água pelas sementes e nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo (FIGLIOLA et al. 1993).

Segundo Marcos Filho (2005), a germinação só ocorre em determinados limites de temperatura, nos quais existem a temperatura ótima, conceituada como a de máxima germinação em menor período de tempo, bem como os extremos (máxima e mínima), tolerados pelas sementes. O mesmo autor ressalta que, esses extremos e a temperatura ótima representam as temperaturas cardeais de germinação.

Cada espécie possui uma ou faixa de temperatura adequada para que o processo germinativo ocorra. A literatura existente informa essa grande variação de respostas, como observado por Varela et al. (1999), em que as sementes de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. apresentam ampla faixa de temperatura, entre 15 e 35°C, porém estas expressaram-se melhor a 30°C. Essa temperatura também foi a melhor para as sementes de *Genipa americana* (L.), *Parkia platycephala* (Benth), *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul., *Sthyphnodendron adstringis* (Mart.) Coville, *Peltophorum dudium* (Spreng) Taubert (NASCIMENTO et al. 2000; NASCIMENTO et al. 2003; LIMA et al. 2006; MARTINS et al. 2008; OLIVEIRA et al. 2008a). Abreu et al. (2005) verificaram maior porcentagem de germinação para sementes de *Drimys brasiliensis* Miers, quando submetidas à temperatura constante de 17°C.

Por outro lado, as sementes de *Cnidoscopus plyllacanthus* Pac & K. Hoffm, *Sebastiania commersoniana* (Bailon) Smith & Downs, *Croton floribundus* Spreng e *Calophyllum brasiliensis* Camb. apresentaram maiores porcentagens de germinação

quando expostas à temperatura alternada de 20-30°C (SILVA e AGUIAR, 2004; SANTOS e AGUIAR, 2005; ABDO e PAULA, 2006; FERREIRA et al. 2007).

A interação temperatura e substrato é outro fator importante do teste de germinação, pois as sementes apresentam respostas fisiológicas distintas em temperaturas e substratos diferentes (STOCKMAN et al., 2007). A germinação é diretamente influenciada pelo substrato, em função da sua estrutura, capacidade de retenção de água, aeração, propensão a infestação por patógenos, podendo variar de um substrato para outro, favorecendo-a ou prejudicando-a. Portanto, o substrato deve fornecer um ambiente no qual a semente possa germinar e favorecer o desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLA et al., 1993).

Os substratos mais utilizados, descritos e prescritos nas Regras para Análise de Sementes são: pano, papel-toalha, papel de filtro, terra e areia (BRASIL, 2009). Em função das exigências ecofisiológicas do tamanho e forma das sementes e das exigências quanto à umidade e luz, cada substrato é utilizado de forma a oferecer maior praticidade nas contagens e avaliação das plântulas, fornecendo condições ideais no decorrer do teste de germinação (POPINIGIS, 1985).

Assim, algumas espécies são mais exigentes, apresentando desempenho germinativo superior em apenas um substrato, como por exemplo *C. ferrea* e *S. adstringens* em substrato de papel de filtro, *Bauhinia divaricata* (L.) em areia (LIMA et al. 2006; MARTINS et al. 2008; ALVES et al. 2008), outras são mais adaptadas, e germinam bem em diversos substratos, como *G. americana*, que germina bem tanto em vermiculita como em solo (ANDRADE et al. 2000), *C. phyllacanthus*, em areia, papel ou vermiculita (SILVA e AGUIAR, 2004) e *Acosmitum nitens* (Vog.), cujas sementes germinam em areia ou vermiculita (VARELA et al. 2005).

2.3 Armazenamento de sementes

As sementes geralmente apresentam, por ocasião da maturidade fisiológica, a máxima qualidade, em relação à massa seca, germinabilidade e vigor (CARNEIRO e AGUIAR, 1993). Estas, quando atingem o máximo potencial fisiológico apresentam-se com alto teor de água, podendo sofrer variações acentuadas em respostas às oscilações climáticas (MARCOS FILHO, 2005), estando, desde a maturidade fisiológica até o momento de sua utilização, expostas à perda da qualidade fisiológica pelas mudanças

bioquímicas que passam a ocorrer (GARCIA et al., 2004) através do processo de deterioração (CARNEIRO e AGUIAR, 1993).

As espécies florestais são bastante irregulares quanto à sazonalidade de produção de sementes podendo ser abundante em alguns anos e escassa em outros (CARNEIRO e AGUIAR, 1993). Dessa forma, para garantir a demanda anual de sementes, o armazenamento é imprescindível para a conservação de recursos genéticos além de disponibilizar estoque de sementes para os anos de baixa produção.

Após a colheita, normalmente, as sementes apresentam excesso de umidade (SILVA et al. 1993), e a manutenção do elevado teor de água da semente exerce diversos efeitos sobre a velocidade e intensidade de deterioração e atividade de patógenos, que são proporcionais aos acréscimos de água nas mesmas (MARCOS FILHO, 2005). Estas permanecem, mesmo em intensidade variável, em constante intercâmbio de água com o meio externo até atingir seu equilíbrio higroscópico.

A higroscopicidade das sementes refere-se à capacidade de troca de água com a atmosfera que a rodeia. Tal fato é regido pelo gradiente de potencial hídrico entre as sementes e a atmosfera, mas se o gradiente é nulo, cessa o processo de transferência de água e as sementes entram em equilíbrio higroscópico com o meio (GARCIA et al. 2004; MARCOS FILHO, 2005).

Inúmeras técnicas são estudadas atualmente, com a finalidade de aprimorar as condições de armazenamento, e conseqüentemente preservarem a qualidade das sementes após a colheita, visto que o principal processo utilizado para conservar a qualidade fisiológica do lote durante a armazenagem é a redução do teor de água das sementes (KOHAMA et al. 2006), até níveis seguros, procurando reduzir o aparecimento de injúrias durante o manejo, tentando a conservação das sementes e preservando sua qualidade fisiológica inicial.

Ferreira e Borghetti (2004) conceituam a secagem como a atividade que envolve a retirada parcial da água da semente pela transferência de calor do ar para a mesma, por fluxo de vapor, através de dois processos que ocorrem de forma simultânea: o primeiro pela transferência da água da superfície da semente para o ar circundante, e o segundo pelo transporte da água do interior da semente para a sua superfície, sendo este mais lento que o anterior.

Dessa forma, a secagem deve ser realizada de forma lenta e gradual, para facilitar o deslocamento da água do interior da semente para a superfície da mesma, com posterior migração para o meio externo, porém, a redução do teor de água não deve

ser muito lenta, pois facilita a proliferação de microorganismos, alterando a qualidade das sementes, reduzindo a sua viabilidade (SILVA et al. 1993).

A temperatura adotada para o processo de secagem deve ser empregada de forma responsável, a fim de evitar danos de caráter térmico. Estes danos provocados por gradientes de temperatura e umidade podem levar a danos físicos às sementes, ocasionando expansão, contração e alteração na sua densidade (GARCIA et al. 2004). Além destes, os autores abordam fatores fisiológicos como alterações nos sistemas subcelulares, redução de grãos de amido no eixo embrionário, redução da permeabilidade das membranas, tendo como consequência aumento na lixiviação dos açúcares. E esta sensibilidade é função da espécie, genótipo, teor de água e velocidade de secagem, podendo ser verificado pelo teste de germinação e presença de plântulas anormais.

De modo geral, Fowler e Martins (2001) recomendaram que quando o grau de umidade apresenta-se acima de 18%, a temperatura de secagem deve ser de 32°C e para sementes com grau de umidade abaixo de 10%, a temperatura máxima indicada para o processo deve ser de 43°C.

As sementes podem conservar sua viabilidade por períodos distintos e este comportamento é dependente do teor de água das mesmas (FLORIANO, 2004a). Espécies pioneiras geralmente possuem sementes que mantêm sua viabilidade com grau de umidade variando entre 8 e 12%, tolerando armazenamento sob baixas temperaturas e umidade relativa do ar, ficando pouco expostas a deterioração por agentes bióticos ou consumo de suas reservas, ao passo que as espécies clímax se mantêm viáveis somente com altos teores de água (30 a 40%), impossibilitando seu armazenamento por períodos prolongados (NAPPO et al. 2001).

Neste sentido, há dois tipos básicos de comportamento de sementes: i) as ortodoxas, que são sementes tolerantes ou resistentes à secagem, podendo ser secas até baixos teores de água (4 a 10%) e armazenadas por longos períodos preferencialmente em baixas temperaturas e ii), as recalcitrantes, que por sua vez, são aquelas sementes que não toleram secagem abaixo de determinado teor de água sem que ocorram danos fisiológicos, perdendo a viabilidade em curto período de tempo (dias ou meses) (HARTMANN et al., 2002; FERREIRA e BORGHETTI, 2004), como por exemplo, sementes de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. que perdem totalmente a viabilidade após 30 dias quando armazenadas em condição não controlada apresentado em média 4,9% de teor de água (LIMAS et al. 2007) e sementes de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. que

mantêm o potencial germinativo por, pelo menos, 150 dias quando acondicionadas em câmara fria e com 57,1% de teor de água (OLIVEIRA et al. 2003).

Portanto, a secagem, respeitando esses limites, abrevia a deterioração de sementes ortodoxas, prolongando a permanência da qualidade inicial das mesmas (MARCOS FILHO, 2005), levando em consideração todos os fatores que afetam sua conservação durante o armazenamento, como por exemplo, o teor de água da semente, temperatura e umidade do ambiente e ao tipo de embalagem empregada (CARNEIRO e AGUIAR, 1993).

As embalagens permitem o ajuste das trocas de umidade e oxigênio entre as sementes e o meio externo, evitam ataques de insetos e facilitam o manejo. Dependendo da espessura, podem ser classificadas, em permeáveis e semipermeáveis, que permitem trocas de gases e umidade com o meio e são adequadas para conservação de sementes ortodoxas e recalcitrantes que necessitam de aeração (MARCOS FILHO, 2005) e impermeáveis.

As embalagens impermeáveis são ideais para estocagem de sementes por longos períodos sob temperaturas baixas (HONG e ELLIS, 2003), não possibilitando troca de umidade com o meio ambiente. Geralmente, o teor de água recomendado para acondicionamento neste tipo de embalagem varia de 4 a 9% e as sementes podem ser armazenadas em qualquer condição de ambiente, devendo ser evitadas temperaturas excessivamente elevadas (CARNEIRO e AGUIAR, 1993) salientando, porém, que estas condições podem variar de acordo com a espécie em estudo.

Barbedo et al. (2002), trabalhando com sementes de *Caesalpinia echinata* Lam., observaram que suas sementes apresentaram comportamento ortodoxo por tolerar dessecação até baixo conteúdo de água (7,6%) quando acondicionadas em embalagens permeáveis, mantendo a capacidade germinativa após 18 meses, em câmara fria. Comportamento semelhante foi observado por Silva et al. (2001) e Pinto et al. (2004), em estudos com sementes de *Tabebuia heterophylla* (A. P. Candolle) e *Ochroma pyramidale* Swartz., as quais mantiveram a viabilidade quando armazenadas em ambiente não controlado e câmara seca, respectivamente.

Kohama et al. (2006) em estudo com sementes recalcitrantes de *Eugenia brasiliensis* Lam., verificaram que estas quando acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em câmara fria a 7°C, com teor de água próximo a 50%, permanecem viáveis por pelo menos 180 dias, entretanto, quando armazenadas com teor de água de 35% perdem a viabilidade aos 90 dias após o armazenamento (17% de germinação).

Melchior et al. (2006), observaram que sementes de *Campomanesia adamantium* Cam., extraídas dos frutos e expostas às condições ambientais para redução do teor de água, diminuíram continuamente a porcentagem e velocidade de germinação, à medida em que as sementes permaneceram mais tempo expostas às condições ambientais. Os autores classificaram estas sementes como recalcitrantes, por serem intolerantes à dessecação e não suportar armazenamento por mais de 30 dias em frasco de vidro fechado, a 25°C.

2.4 Produção de mudas

Produzir mudas de espécies florestais nativas sempre foi um desafio. De um lado, sementes de muitas espécies apresentam-se dormentes, necessitando, de tratamentos pré-germinativos para acelerar e/ou uniformizar a germinação. Por outro, existem sementes que perdem a viabilidade em poucas semanas ou mesmo dias, impossibilitando sua utilização e armazenamento. Dessa forma, é necessário realizar pesquisas que possibilitem o conhecimento mais detalhado de espécies nativas, utilizadas em programas de reflorestamento de áreas degradadas, viabilizando, a produção de mudas de qualidade em menor período de tempo.

A produção de mudas de espécies nativas de excelente qualidade e com características desejáveis é de fundamental importância para o sucesso de povoamentos florestais. Essa produção deve ser feita utilizando técnicas adequadas que propiciem um controle de qualidade eficiente e seguro (SOUZA et al. 2005a), garantindo uma produção em quantidade e qualidade (NEVES et al. 2005) sendo estas mudas resistentes as condições adversas.

Entre os fatores que influenciam a produção de mudas de espécies florestais, destaca-se a qualidade das sementes, e este conhecimento antes da semeadura é o caminho correto e seguro para evitar prejuízos financeiros, decorrente de falhas ou desuniformidade na emergência. Assim, o uso de sementes vigorosas, contribui para a produção de mudas de boa qualidade, aptas a enfrentar condições ambientais adversas durante o processo de produção das mudas (NEGRELLE et al. 1999).

Além das sementes, os substratos vão refletir diretamente na qualidade do produto final. Apesar de diversas formulações de adubação já serem conhecidas e utilizadas em viveiros florestais, não se sabe das exigências nutricionais da maioria das

espécies nativas, e estas formulações são restritas à produção comercial de mudas, a poucos silvicultores e/ou a algumas regiões do país (CUNHA et al. 2005).

Assim, diversos substratos alternativos devem ser utilizados, procurando acelerar o crescimento das mudas, uma vez que, dependendo da espécie, esse pode ser muito lento, onerando custos. Dessa forma, aproveitar materiais disponíveis na região, barateando os custos de produção, torna a atividade viveirista mais acessível a produtores rurais, interessados em recompor suas áreas ou explorar a atividade silvicultural (STURION e ANTUNES, 2000).

O substrato é o fator que exerce influência significativa no crescimento das mudas e vários são os materiais que podem ser usados, na sua composição original ou combinados. Na escolha do substrato, devem-se observar características físicas e químicas relacionadas às espécies, além do aspecto econômico (SANTOS et al. 2000).

Segundo Caldeira et al. (2008), o substrato para a produção de mudas pode ser definidos como um meio adequado para suporte das plantas e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada, sendo sua fase sólida constituída por uma mistura de partículas minerais e orgânicas. Os autores ressaltam que o estudo do arranjo percentual desses componentes é importante, já que eles serão fonte de nutrientes, atuando diretamente no crescimento das plantas.

Entre os diversos materiais utilizados como substrato para a produção de mudas de espécies florestais, destacam-se a vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão, terra de subsolo, areia, casca de árvores, composto de lixo, terra de mata, serragem, bagaço de cana, acículas de pinus, turfa (FONSECA, 1988), casca de arroz carbonizada (COSTA et al. 2005), esterco de galinha (LUCENA et al. 2004), húmus de minhoca, casca de amendoim processada (OLIVEIRA et al. 2008b), dentre outros.

Na escolha dos componentes para a formulação dos substratos, devem ser considerados, além de características técnicas, aspectos relacionados com a sazonalidade na oferta, a localização da fonte geradora do resíduo e a concorrência por componentes do substrato para outros fins (MAEDA et al. 2007).

Neste sentido, poucos trabalhos são desenvolvidos abordando a utilização de materiais de origem orgânica para a produção de mudas de espécies florestais nativas com potencial para reflorestamento. Carvalho Filho et al. (2003), trabalhando com

Hymenaea courbaril (L.), observaram que a mistura de substratos contendo solo, areia e esterco na proporção de 1:2:1, propiciou melhor crescimento em altura, diâmetro do caule e peso de matéria seca de folhas, caule e raiz. Mudanças de *G. americana*, produzidas em terra preta e esterco bovino (1:1), e terra preta, casca de arroz carbonizada e esterco bovino na proporção de 1:1:1, apresentaram maior crescimento em altura, diâmetro e número de folhas por planta (COSTA et al. 2005).

Santos et al. (2000), observaram que a adição de vermiculita ao solo disponibilizou maior quantidade de nutrientes, o que resultou num maior o crescimento das mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. De acordo com Caldeira et al., (2008), o uso de substrato composto por 50% de terra de subsolo, 30% de esterco e 20% de casca de arroz carbonizada, favorecem o crescimento da parte aérea das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi., enquanto que mudas produzidas com 100% de material orgânico, tiveram seu crescimento reduzido.

2.5 Descrição da espécie em estudo

Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan, conhecida pela denominação popular de angico preto, angico bravo, curupaí, guarapiraca, paricá, pertencente a família Leguminosae apresenta copa espalhada com galhos arqueados, podendo atingir até 15 m de altura na caatinga e 20 ou até 30 m em outros bioma (MAIA, 2004). É uma árvore dotada de tronco rugoso, completamente coberto por acúleos de cor pardo escuro, folhas compostas bipenadas, com flores brancas a creme, frutos do tipo legume, deiscente e sementes de coloração marrom-avermelhado até escuras e brilhantes (MAIA, 2004; SANTOS et al. 2004).

Ocorre em todos os estados do Nordeste (SANTOS et al., 2004), com exceção do estado do Ceará. Possui ampla distribuição nas caatingas, mas ocorre também em florestas decíduas, Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal Mato-Grossense, ocorrendo desde o Maranhão até o norte da Argentina, Peru, Bolívia, Paraguai, e de Minas Gérias até o Mato Grosso (MAIA, 2004).

É uma planta decídua, heliófita, (LORENZI, 1992), pioneira ou secundária inicial de crescimento rápido, tolera solos rasos e compactados (MAIA, 2004), preferencialmente em terrenos altos e bem drenados, chegando a formar um agrupamento quase homogêneo (LORENZI, 1992). Na região Nordeste, ocorre em solos de origem sedimentar, principalmente areníticos, calcários e aluviais (MAIA,

2004). A floração ocorre na estação seca (setembro-novembro no Nordeste), com a árvore completamente despida de folhagem, e a frutificação no mês de novembro. Após a maturação, as sementes são dispersas gradualmente, pois as vagens permanecem presas à planta-mãe após a dispersão das sementes (LORENZI, 1992; MAIA, 2004; SANTOS et al. 2004).

De acordo com LORENZI (1992), o angico preto é utilizado no paisagismo, pois, floresce exuberantemente todos os anos e as flores exalam excelente perfume, o que a torna uma espécie ornamental, sua madeira possui excelente qualidade e alta durabilidade, própria para construção civil e naval, para uso em marcenaria e carpintaria. Pode ser utilizada com sucesso para reflorestamento de áreas degradadas, juntamente com outras espécies da região, sendo recomendada, também, para a recomposição de mata ciliar em locais sem inundação (MAIA, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e em abrigo telado pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), situado a 9°28'01''S, 35° 49'32''W e 141 m de altitude.

Inicialmente frutos de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan foram colhidos com auxílio de tesoura aérea com cabo extensor, de várias árvores localizadas no campus da Universidade Federal de Alagoas, no período de outubro a dezembro de 2008, sendo conduzidas ao Laboratório de Análise de Sementes, onde as sementes foram extraídas manualmente, sendo em seguida homogeneizadas para a retirada daquelas chochas, mal formadas e danificadas por fungos e insetos.

As sementes apresentavam inicialmente 22% de umidade, determinado pelo método estufa a 105°C/24h, utilizando duas amostras de 2,5 gramas de sementes por ocasião de cada ensaio conforme prescrição das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.1 Aspectos biomorfológicos e desenvolvimento pós-seminal

Para a medição biométrica das sementes, foram utilizadas oito repetições de 100 sementes, sendo avaliados o comprimento, largura e espessura, com o auxílio de um paquímetro manual. O peso de mil sementes foi obtido multiplicando-se por 10 a média dos valores obtidos pela pesagem de oito repetições de 100 sementes, conforme BRASIL (2009).

O número médio de sementes por fruto também foi determinado. Para cada variável foram calculados a média, moda, mediana, amplitude total, desvio padrão, coeficiente de variação e frequência relativa, segundo Banzatto e Kronka (1992) e Labouriau e Valadares (1976).

A caracterização morfológica das sementes foi feita conforme Córner (1976) e Damião Filho (1993). Para tanto, as mesmas foram imersas em água destilada por 24 horas possibilitando os cortes longitudinal e transversal, os quais foram feitos com lâmina de barbear, e as estruturas observadas com o auxílio de uma lupa. Foram analisadas as seguintes características: coloração, formato, tecido de reserva, tipo e localização do embrião e tipo de germinação.

No estudo pós-seminal, foram observados diariamente os processos de crescimento das plântulas com base em Oliveira (1993). Foram também descritas e ilustradas as anormalidades ocorridas nas plântulas, durante a condução do teste de germinação, em substrato rolo de papel filtro a temperatura constante de 30°C.

3.2 Efeito da temperatura e substrato na germinação

Na avaliação do efeito da temperatura e substrato na germinação, os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 2 (temperatura x substrato) com quatro repetições de 25 sementes.

As temperaturas estudadas foram 15°C, 25°C, 30°C e 40°C constantes e alternada de 20-30°C. Para este estudo, as sementes foram previamente submetidas à assepsia, realizada com a imersão das mesmas em álcool 70%, por um minuto, com posterior lavagem em água destilada.

Os substratos utilizados foram rolo de papel de filtro e areia lavada de textura média, ambos esterilizados e umedecidos com água destilada. Na câmara de germinação, os rolos de papel permaneceram acondicionados em sacos plásticos fechados para evitar a desidratação (COIMBRA et. al, 2007) e o substrato areia foi acondicionado em caixas plásticas tipo gerbox, ambos sob iluminação constante. Os ensaios foram monitorados durante 30 dias.

A contagem da germinação foi realizada diariamente, utilizando como critério o tecnológico, que considera germinadas as sementes que originaram plântulas normais, com todas as estruturas essenciais, mostrando dessa forma potencial para continuar seu crescimento (LABOURIAU, 1983; BRASIL, 2009).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado, considerando o número de sementes germinadas diariamente, de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962). Para expressar a distribuição da frequência relativa de germinação das sementes, em cada temperatura e substrato, foi utilizada a metodologia adotada por Laboriau (1983). Para efeito de análise estatística, os dados de percentagem de germinação foram transformados em $\arcsen \sqrt{p/100}$, segundo Banzatto e Kronka (1992).

a) Porcentagem de Germinação - %G.

$$G (\%) = N/A \times 100$$

N = número de sementes germinadas;

A = número total de sementes colocadas para germinar

b) Índice de Velocidade Germinação – IVG.

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn,$$

G1, G2, Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias após a sementeira.

c) Frequência relativa - Fr(%)

$$Fr (\%) = ni/\Sigma ni \times 100,$$

ni= o número de sementes germinadas por dia;

Σni = o número total de sementes germinadas.

3.3 Armazenamento das sementes

Para avaliação da longevidade as sementes foram divididas em dois lotes. Um lote foi mantido sem secagem (umidade de colheita) e armazenada com grau de umidade de 22% e o outro foi submetido à secagem, em câmara seca, por nove dias, para redução do grau de umidade, nas condições de temperatura e umidade relativa do ar de $23,5 \pm 4,5^\circ\text{C}$ e 45%, respectivamente e posteriormente armazenadas com 9,7% de umidade.

As sementes foram acondicionadas em dois tipos de embalagem, composta por duas folhas de saco de papel do tipo “Kraft” e frascos de vidro hermeticamente fechados. Em seguida, foram armazenadas em ambiente normal de laboratório (sem controle de temperatura e umidade relativa do ar) e em ambiente controlado (câmara seca e geladeira). Aos 30, 60, 120, 180 e 240 dias de armazenamento foram retiradas amostras de cada condição de armazenamento para a determinação do grau de umidade e para os testes de germinação e vigor.

Por ocasião do teste de germinação, foi realizada assepsia nas sementes conforme metodologia descrita anteriormente e semeadas entre rolo de papel de filtro autoclavado umedecido com água destilada, em seguida, acondicionados em câmara de

germinação sob temperatura constante de 30°C e luz constante, onde permaneceram durante as avaliações em saco plástico (COIMBRA et. al, 2007).

Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi determinada a porcentagem de germinação (LABOURIAU, 1983; BRASIL, 2009), o índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1962) e o comprimento e matéria seca das plântulas.

A contagem de germinação foi realizada diariamente e no final dos ensaios foi avaliado o comprimento total das plântulas normais de cada repetição com o auxílio de uma régua. Após a mensuração do comprimento, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel do tipo “Kraft”, sem remoção dos cotilédones e levadas à estufa regulada a 80°C por 24 horas, conforme recomendações de Nakagawa (1999). Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas em balança de precisão. Os resultados foram expressos em mg/planta.

Os ensaios foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento, sendo os resultados submetidos à regressão polinomial. Para efeito de análise estatística, os dados de porcentagem de germinação foram transformados em $\sqrt{p/100}$, segundo Banzatto e Kronka (1992).

3.4 Produção de mudas

Para a produção de mudas foram utilizados sacos de polietileno, de coloração preta, com dimensões de 14 X 25 cm, preenchidos com as misturas descritas abaixo, todas na proporção 1:1.

Solo;

Solo + esterco de caprino;

Solo + torta de filtro;

Solo + bagaço de cana;

Solo + serrapilheira;

Areia + torta de filtro;

Areia + esterco de caprino.

O solo e a serrapilheira utilizados na composição dos substratos foi coletado em uma reserva de Mata Atlântica, localizada no município de Rio Largo-AL. Este solo foi classificado como Latossolo Amarelo coeso distrófico (Embrapa, 1999).

Após a mistura dos substratos foram coletadas amostras e enviadas para o Laboratório de Análise de Solos em Viçosa-MG, para realização da análise química (Tabela 1).

Os sacos plásticos foram dispostos sob abrigo telado com 50% de sombreamento. A semeadura foi realizada no mês de novembro de 2008, a 2 cm de profundidade, utilizando-se 3 sementes por saco. A contagem da emergência das plântulas foi realizada diariamente, sendo considerada germinada as sementes que originaram parte aérea com presença do primeiro par de folhas. O desbaste foi realizado 39 dias após a semeadura, deixando apenas uma planta em cada recipiente.

Semanalmente, foram realizadas medições em todas as mudas de cada tratamento para avaliação dos componentes morfológicos: altura, utilizando régua, diâmetro do colo, utilizando paquímetro digital e número de folhas por planta, sendo a primeira aos 39 dias e a última aos 74 após a semeadura.

As mudas foram colhidas no mês de janeiro de 2009 e para quantificar o acúmulo de matéria seca, as plantas foram seccionadas nas diferentes regiões funcionais (parte aérea e raiz), acondicionadas em sacos de papel tipo “Kraft” e colocados em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 70°C, por 72 horas, para determinação do peso seco.

O experimento foi arranjado em bloco casualizado, com quatro repetições por tratamento sendo os resultados submetidos à regressão polinomial. Para efeito de análise estatística, os dados de percentagem de germinação foram transformados em $\sqrt{p/100}$, segundo Banzatto e Kronka (1992).

Tabela 1. Composição química dos substratos solo (S), solo + esterco de caprino (S + EC), solo + torta de filtro (S + TF), solo + bagaço de cana (S + BC), solo + serrapilheira (S + SE), areia + torta de filtro (A + TF) e areia + esterco de caprino (A + EC), utilizados para a produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*.

Características	Unidades	Substratos						
		S	S + EC	S + TF	S + BC	S + SE	A + TF	A + EC
pH (H ₂ O)		6,4	6,7	6,5	5,2	5,3	6,1	7,9
N	mg/dm ³	172,5	109,6	209,7	15,4	14,2	182,3	187,4
P	mg/dm ³	132	5.500	890	152	168	90	10.000
Ca ²⁺	cmolc/dm ³	1,6	1,3	3,6	0,4	1,1	1,4	1,0
Mg ²⁺	cmolc/dm ³	0,5	1,5	1,7	0,2	0,8	0,4	1,3
Al ³⁺	cmolc/dm ³	0,0	0,0	0,0	0,7	0,4	0,2	0,0
H + Al	cmolc/dm ³	4,6	6,4	1,5	5,1	7,9	3,5	0,2
SB	cmolc/dm ³	2,4	16,9	7,6	1,0	2,3	2,0	27,9

CTC (t)	cmolc/dm ³	2,4	16,9	7,6	1,7	2,7	2,2	27,9
CTC (T)	cmolc/dm ³	7,1	23,3	9,1	6,1	10,3	5,5	28,0
V	%	35	72	84	16	23	37	99
M	%	0	0	0	14	15	9	0
MO	dag/Kg	3,6	5,2	7,8	7,5	2,6	4,8	3,7
Zn	cmolc/dm ³	9,4	4,5	26,7	1,2	1,9	6,1	8,4
Fe	cmolc/dm ³	104,6	34,5	148,0	7,3	84,9	120,4	20,5
Mn	cmolc/dm ³	16,7	26,2	75,9	3,2	6,7	24,5	52,6
Cu	cmolc/dm ³	1,6	0,1	1,8	0,1	0,1	1,0	0,2
B	cmolc/dm ³	0,4	1,9	0,9	0,6	0,8	1,9	4,7

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Biomorfologia de sementes

As sementes de angico-preto apresentaram em média 13,0 mm de comprimento por 11,5 mm de largura e 1,1 mm de espessura (Tabela 2). Nos histogramas de freqüência, observa-se que no lote estudado, houve comportamento simétrico da curva para o comprimento e espessura das sementes, indicando que a média, a moda e a mediana apresentaram o mesmo valor (Figura 1). A distribuição de freqüência revela que para a largura das sementes houve assimetria negativa com pequeno desvio da curva para a direita do gráfico (Figura 1B).

Com relação ao número de sementes viáveis por fruto, observou-se número médio de 7,0 sementes em cada fruto (Tabela 2), variando de 1,0 a 17,0 sementes por fruto, assumindo distribuição assimétrica (Figura 1 D).

Tabela 2. Estatística descritiva do comprimento, largura, espessura de sementes e número de sementes por fruto de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

Medidas Estatísticas	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Sementes/fruto
Média	13,0	11,5	1,1	7,8
Moda	13,0	12,0	1,0	5,0
Mediana	13,0	11,5	1,0	8,0
Mínimo	8,1	7,0	0,8	1,0
Máximo	19,9	15,0	2,1	17,0
Desvio padrão	1,1	1,3	0,2	3,4
Grau de Umidade (%)				22,0
CV (%)	8,5	11,3	18,2	43,6

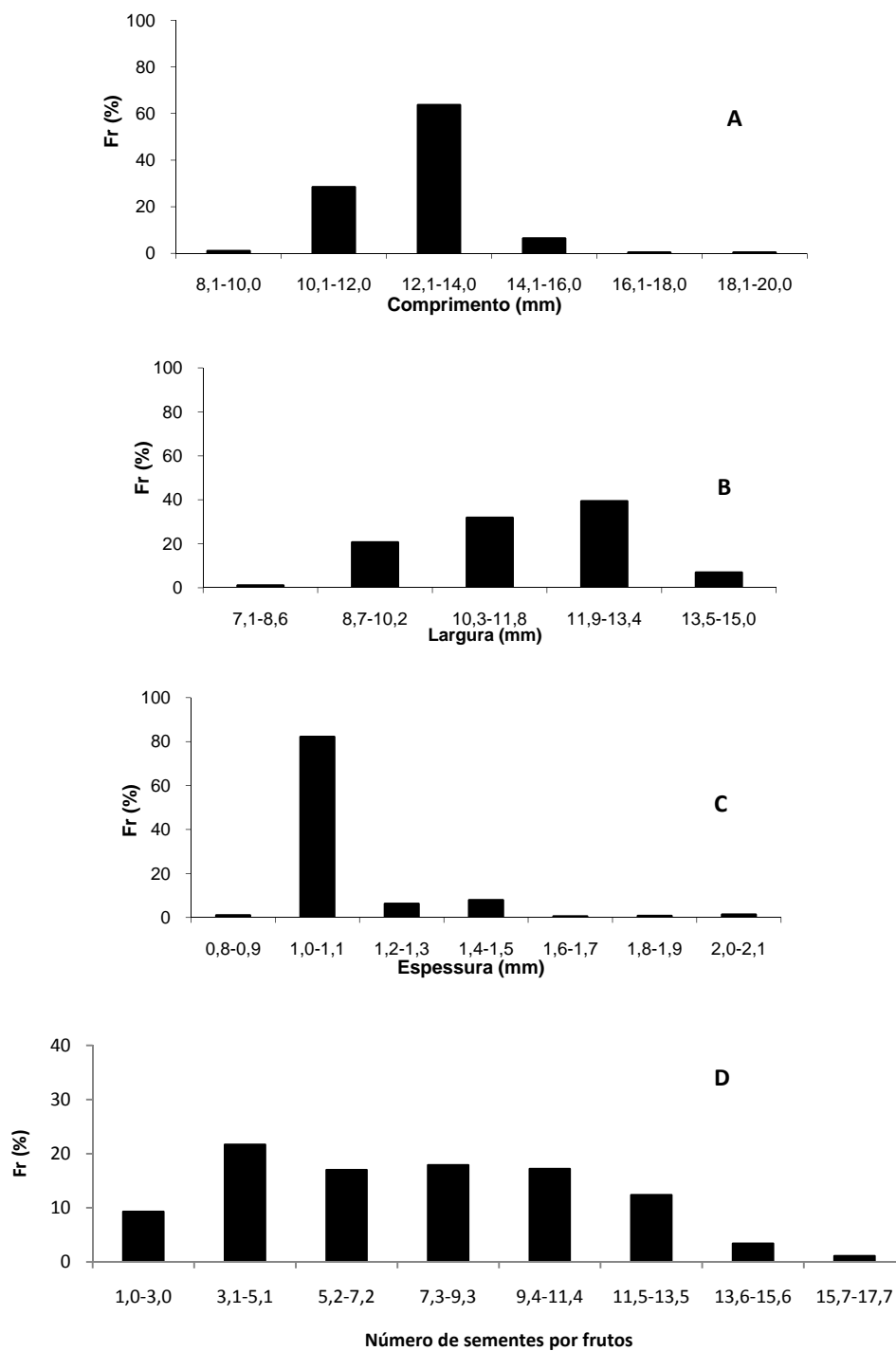


Figura 1. Distribuição da Frequência relativa (Fr) do comprimento (A), largura (B), espessura (C) de sementes e número de sementes por fruto (D) de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

Segundo Rodrigues et al. (2006) a grande variação observada no tamanho das sementes é de ocorrência comum em frutos polispérmicos, por haver competição, interferindo no tamanho final, sendo que, na maioria das vezes sementes das extremidades apresentam tamanho reduzido.

Quanto menor o tamanho das sementes, maior é a produção por indivíduo e a abundância no banco de sementes no solo (DALLING et al., 1998). Sementes grandes apresentam maiores taxas de germinação, emergência e estabelecimento de plântulas (DALLING et al. 1998), pois acumulam maiores quantidades de reservas garantindo o estabelecimento das plântulas. Geralmente foram bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuindo embrião bem formado e com maior quantidade de material de reserva sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Segundo Melo et al. (2004) espécies que fazem parte do grupo das pioneiras geralmente possuem alta produção de sementes de tamanho pequeno e dotadas de dormência. Os mesmos autores comentam que a produção de um grande número de sementes aumenta a possibilidade de algumas delas alcançarem ambiente favorável para a germinação ou permanecerem dormentes no solo enquanto não ocorre alguma perturbação natural ou antrópica. Dessa forma, como as sementes da espécie em estudo não possuem dormência e seu tamanho é mediano, a formação de banco de sementes no solo provavelmente não ocorre, na maioria das vezes estas características são encontradas em sementes pertencentes ao grupo das secundárias iniciais.

O peso de 1000 sementes, recém-colhidas, foi, em média, 149,0 g, correspondendo a 6.701 sementes por quilograma. Tais resultados diferem dos encontrados por Lorenzi (1992), que foi de 7.600 sementes em um quilograma.

Essa variação da quantidade de sementes por quilo pode ser explicada por fatores genéticos, condições climáticas onde a planta se desenvolve (FIGLIOLIA e AGUIAR, 1993), estágio de maturação dos frutos, teor de água das sementes, dentre outros que podem afetar diretamente a quantidade das sementes. Marcos Filho (2005) comenta que o teor de água das sementes decresce até que seja atingido o equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar, e a partir daí, mudanças internas ocorrem de acordo com as variações do ambiente, influenciando no grau de umidade das sementes e, conseqüentemente no peso das mesmas.

As sementes apresentam forma e tamanho irregular, superfície lisa e de coloração que varia de marrom a negra (Figura 2A), composta por dois cotilédones planos e

foliáceos de coloração amarela, com o eixo embrionário ocupando parte da região central da semente, posição axial e linear, em cuja extremidade superior observa-se a plúmula, com coloração semelhante ao eixo hipocótilo-radícula sendo bem diferenciada e apresentando subdivisões em muitos folíolos (Figura 2B). A porção hipocótilo-radícula consiste de um cilindro espesso, onde na extremidade observa-se o primórdio da coifa, com a mesma coloração do hipocótilo.

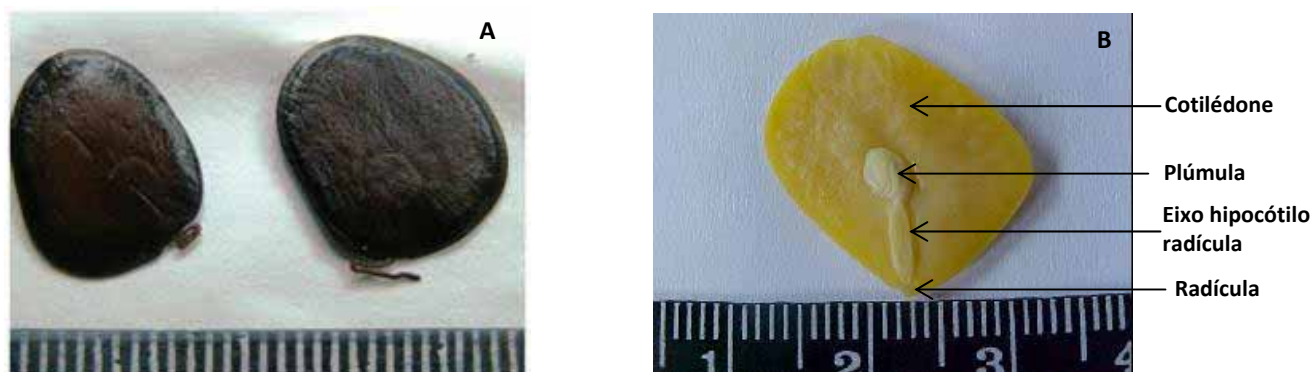


Figura 2. Caracterização física (A) e morfológica (B) das sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

4.2 Desenvolvimento pós-seminal

O processo de germinação tornou-se visível após seis horas do início da embebição (Figura 3A). Após 24 horas, houve a protrusão da raiz primária, de coloração esbranquiçada evidenciando a coifa que se apresenta com coloração amarela claro. Neste estágio de desenvolvimento, verificou-se a ruptura do tegumento favorecendo a visualização dos cotilédones, que apresentaram-se de cor amarela (Figura 3B).

Após 72 horas, os cotilédones assumiram coloração verde claro, estando neste estágio totalmente desprendido do tegumento. A raiz primária, bastante alongada, apresentou na porção mediana coloração creme e a extremidade final uma coloração esbranquiçada (Figura 3C).

Nesta fase de desenvolvimento, a distinção entre o hipocótilo e a raiz primária é percebida pela coloração na região de transição entre estas duas estruturas, denominada de colo. Segundo Oliveira (1993), esta estrutura é muito importante na identificação de plântulas, apresentando forma constante nas espécies em que ocorre.

Com cinco dias da sementeira, as plântulas normais apresentavam as seguintes características: raiz primária com 4,0 a 5,0 cm de comprimento, epicótilo bastante desenvolvido com 2,5 a 3,5 cm de comprimento, o primeiro par de folhas com coloração verde escuro composta por vários folíolos (Figura 3D). As sementes apresentaram germinação do tipo epígea e as plântulas fanerocotiledonares, apresentando cotilédones totalmente expandidos e desprendidos do tegumento.

As plântulas anormais observadas no teste de germinação apresentaram hipocótilo retorcido e atrofiado com coloração amarela, raiz primária espessa e pouco alongada com coloração marrom escuro e textura amolecida (Figura 4A), cotilédones necrosados e raiz primária completamente atrofiada e espessa com hipocótilo e eófilo pouco desenvolvidos (Figura 4B).

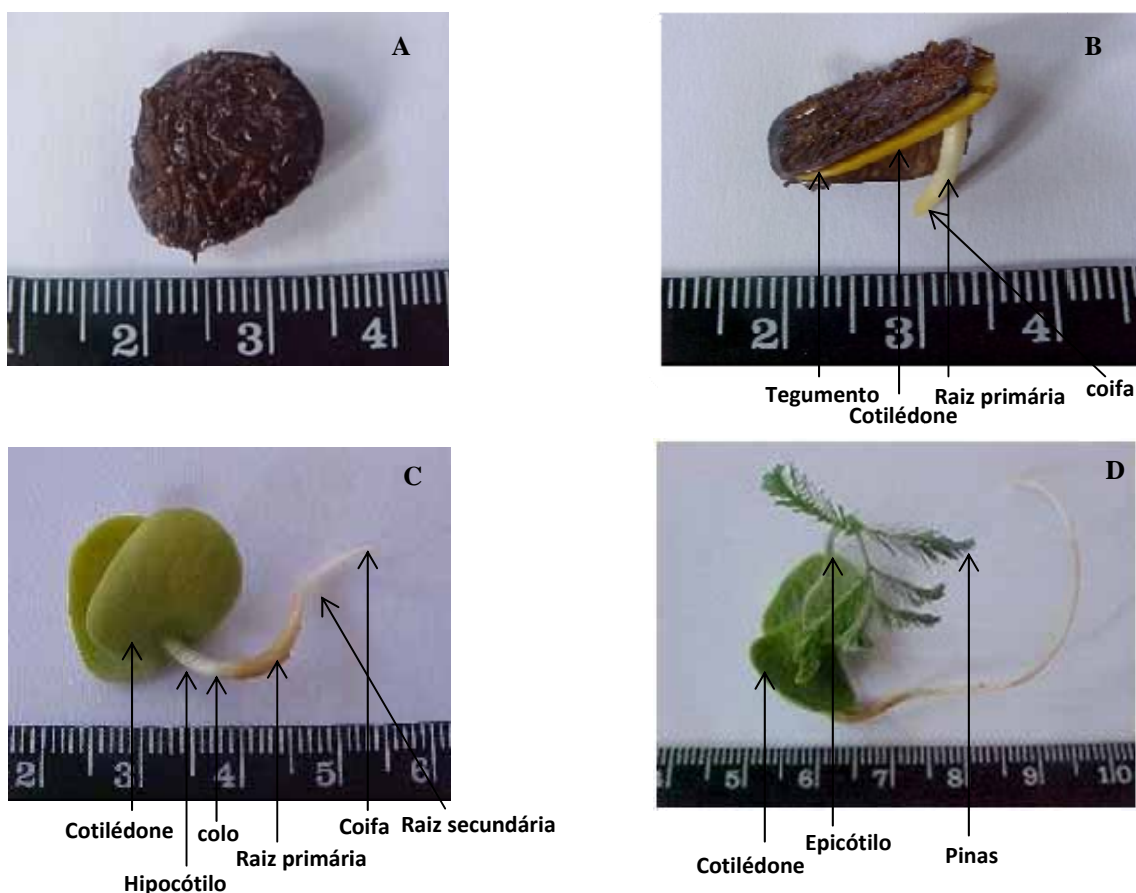


Figura 3. Desenvolvimento pós-seminal de plântulas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; (A) semente intumescida (B) emissão da radícula; (C) alongamento da raiz primária; (D) plântula normal.

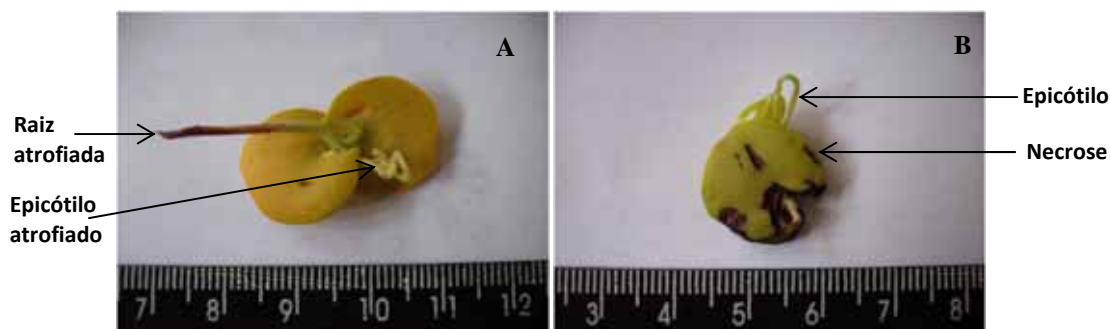


Figura 4. Plântulas anormais de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; (A) Parte aérea retorcida e atrofiada e (B) raiz primária atrofiada e cotilédones necrosados.

4.3 Germinação em função da temperatura e substrato

Houve efeito significativo da interação temperatura e substrato sobre a germinação das sementes (Tabela 3). As temperaturas de 25°C, 30°C e 20-30°C proporcionaram maior porcentagem de germinação nos dois substratos testados. Entretanto, as porcentagens observadas para o substrato papel foram estatisticamente superiores ao substrato areia, nas temperaturas de 25°C e 30°C e na temperatura alternada de 20-30°C.

Nas temperaturas de 15°C e 40°C, não houve germinação de acordo com o critério adotado. Porém, sementes incubadas sob temperatura constante de 15°C apresentaram-se intumescidas e permaneceram no substrato durante todo o período de avaliação sem apresentar sinais de deterioração das estruturas das sementes e o substrato totalmente livre de microorganismos. Por sua vez, as sementes sob temperatura constante de 40°C, cinco dias após a semeadura apresentaram deterioração de partes das sementes, indicada pela consistência amolecida do tegumento e cotilédones e pelo forte odor e coloração escura do substrato devido à alta proliferação de fungos.

Considerando que não houve efeito da interação entre os substratos e as temperaturas utilizadas para o índice de velocidade de germinação (IVG), as médias foram apresentadas isolando-se os fatores (Tabela 4). Sementes postas para germinar em substrato de papel apresentaram maiores índices de velocidade de germinação. Em relação às temperaturas, o maior IVG foi observado na temperatura constante de 30°C, diferindo apenas da temperatura alternada de 20-30°C.

Tabela 3. Porcentagem de germinação de sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

SUBSTRATO	TEMPERATURA (°C)				
	15	25	30	40	20-30
PAPEL	--	59,67 Aa ⁺	63,98 Aa	--	60,74 Aa
AREIA	--	43,13 Ab	48,33 Ab	--	40,79 Ab
Valor de "F" para substrato (S)					20,20*
Valor de "F" para temperatura (T)					122,14*
Valor de "F" interação S X T					3,46*
CV (%)					23,00

⁺Dados transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey;

Tabela 4. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

SUBSTRATO	IVG
PAPEL	2,17 A
AREIA	1,59 B
TEMPERATURA (°C)	
15	--
25	3,21 AB
30	3,54 A
40	--
20-30	2,65 B
Valor de "F" para substrato (S)	10,34*
Valor de "F" para temperatura (T)	76,42*
Valor de "F" interação (S X T)	2,23 ns
CV (%)	30,03

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey;

ns: Não significativo pelo teste de Tukey.

Resultados semelhantes foram observados por Alves et al. (2008), os quais estudando o comportamento das sementes de *B. divaricata* em diferentes temperaturas e substratos observaram que o substrato papel de filtro e as temperaturas constantes de 25°C e 30°C e alternada 20-30°C promoveram maiores porcentagens de germinação. Em relação aos valores médios do IVG, os autores verificaram que na temperatura de 25°C foram registrados os melhores resultados, enquanto que a temperatura alternada de 20-30°C reduziu a velocidade de germinação nos substratos papel de filtro, areia e vermiculita.

Temperaturas constantes de 25° e 30°C favoreceram a germinação de sementes de *C. brasiliensis* . e de *S. adstringens* semeadas sobre papel filtro (FERREIRA et al. 2007; MARTINS et al. 2008). No entanto, sementes de *A. nitens* e *A. tibourbou* semeadas em vermiculita e areia, respectivamente, sob temperatura constante de 35°C, apresentaram maiores porcentagens de germinação (VARELA et al. 2005; PACHECO et al. 2007) .

Por outro lado, há espécies que apresentam melhores porcentagens de germinação quando submetidas a temperaturas alternadas de 20-30°C, como por exemplo, sementes de *C. phyllacanthus*, *S. commersoniana* ambas as espécies semeadas sobre papel e *Solanum sessiliflorum* Dunal. postas para germinar sobre e entre areia (SILVA e AGUIAR, 2004; SANTOS e AGUIAR, 2005; LOPES e PERREIRA, 2005).

O fato de ocorrer germinação em temperaturas distintas pode indicar que as sementes dessa espécie são capazes de germinar em ambientes com flutuações térmicas naturais do ambiente. Essa característica confere a espécie, capacidade de distribuir seu período germinativo para aproveitar condições ambientais favoráveis com ocorrência em diferentes épocas após a dispersão dos frutos e sementes, podendo indicar uma estratégia adaptativa da espécie (OLIVEIRA et al. 2006a).

Os polígonos de frequência de germinação para a temperatura constante de 25°C em ambos os substratos testados resultaram em um gráfico polimodal, caracterizando germinação heterogênea (Figura 5). Nesta temperatura, a germinação teve início no quarto dia após a semeadura tanto no papel quanto na areia, e o encerramento do processo deu-se no sexto e sétimo dia após a semeadura no papel e na areia, respectivamente.

Nas temperaturas de 30° e 20-30°C os polígonos de frequência apresentaram um pico de germinação, caracterizando germinação mais homogênea. Sementes postas para

germinar em substrato de papel e incubadas sob temperatura constante de 30°C apresentaram maior número de sementes germinadas em apenas cinco dias (Figura 5).

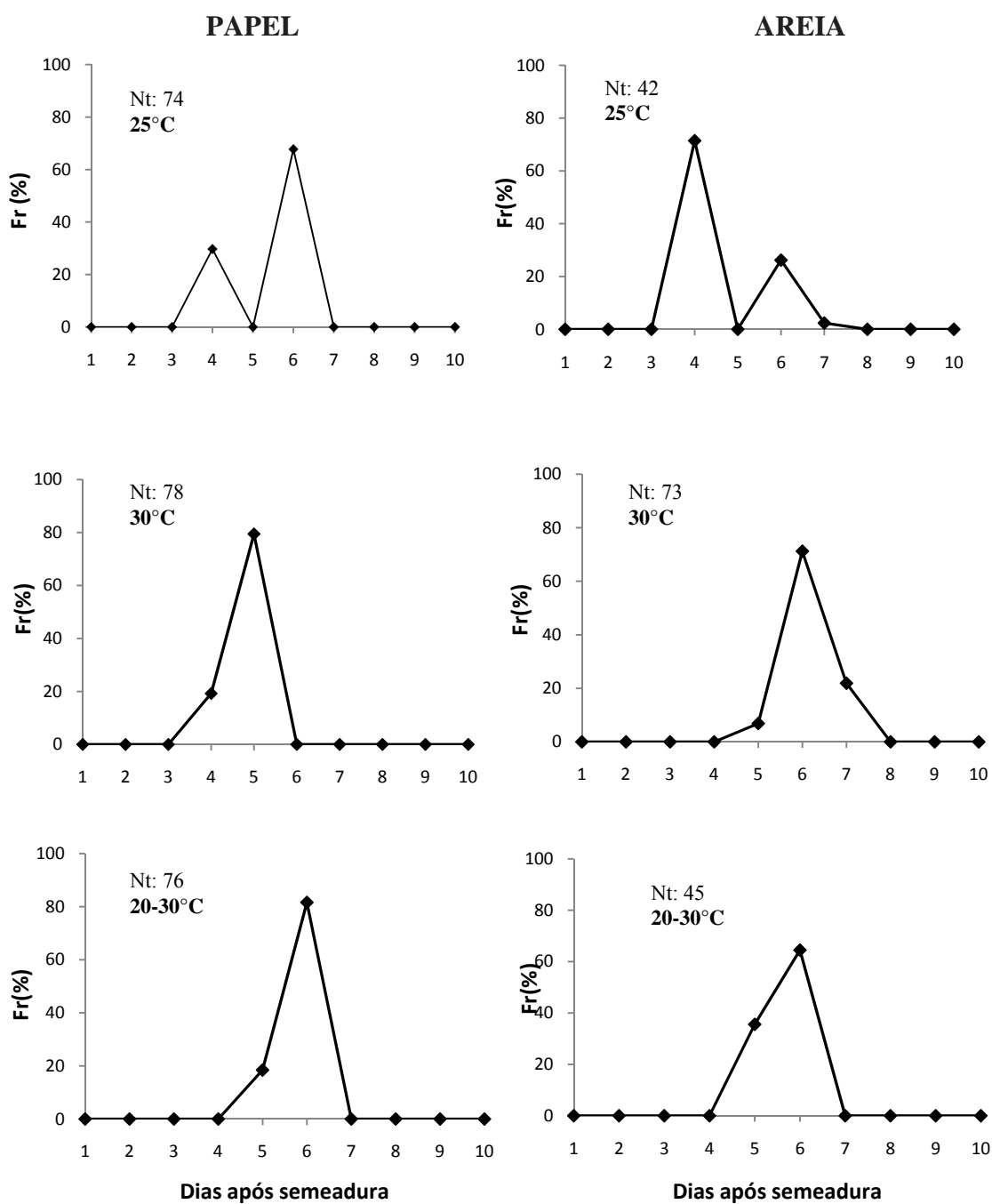


Figura 5. Polígonos de frequência relativa (Fr) da germinação de sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em função de diferentes temperaturas e substratos. Nt = número total de sementes germinadas.

Oliveira et al. (2008a) trabalhando com sementes de *P. dubium*, observaram que a temperatura constante de 30°C e o substrato papel de filtro proporcionaram condições ideais de germinação para esta sementes e nestas condições foi alcançada maior velocidade de germinação. Em contrapartida, Varela et al., (2005), verificaram que estas condições inibiram a germinação de sementes de *A. nitens*.

A interação temperatura e substrato influenciam diretamente no processo germinativo das espécies. O substrato tem a função de fornecer, às sementes, ambiente ideal para promover o processo germinativo, além de facilitar o desenvolvimento e a avaliação das plântulas (FIGLIOLIA et al. 1993).

Durante a condução do ensaio observou-se que o substrato papel manteve a umidade, evitando que as sementes desidratassem durante o processo germinativo e facilitou a contagem de germinação, indicando vantagens de ordem prática; esta observação corrobora com Figliolia et al. (1993), que sugeriram a utilização do papel de filtro para sementes florestais com dimensões medianas e forma achatada, conferindo uma série de vantagens, tais como o melhor desenvolvimento das estruturas essenciais das plântulas, permitindo maior segurança na avaliação, maior espaçamento entre as plântulas a fim de evitar contaminações por fungos no substrato, além de ocupar menos espaço no germinador.

Figliola et al. (1993) ressaltam ainda, que o substrato areia pode apresentar alguns inconvenientes como, por exemplo, a facilidade do mesmo sob temperaturas elevadas apresentar ressecamento da parte superior e além disso é um substrato muito pesado e de difícil manuseio no gerbox.

A temperatura influencia diretamente na porcentagem e velocidade de germinação, favorecendo ou prejudicando principalmente a absorção de água pelas sementes e em todo processo bioquímico e fisiológico (MARCOS FILHO, 2005). E um dos motivos para a semente apresentar comportamento diferente em relação às temperaturas pode estar associada ao grupo ecológico ao qual pertence (FERREIRA et al. 2007).

O angico preto é uma espécie considerada pioneira e/ou secundária inicial (LORENZI, 1992) bastante encontrada na caatinga (MAIA, 2004). Alves et al. (2006) em estudo no bioma caatinga registraram temperaturas anuais entre 20,8° e 32,8°C. Neste sentido, o comportamento observado no presente trabalho dá-se provavelmente ao fato dessa espécie se adaptar a ambientes com temperaturas superiores a 20°C.

Assim, a capacidade das sementes em germinar nas condições climáticas predominantes, ou ainda, em temperaturas conhecidas pela planta-mãe parece estar entre os fatores determinantes das características de germinação da progênie (BORGHETTI, 2005). E esta capacidade de germinar também está relacionada com a distribuição geográfica, assim podem ser encontradas espécies nativas que germinem em temperaturas distintas.

Segundo Borges e Rena (1993) e Borghetti (2005) a temperatura ótima para espécies tropicais e subtropicais situa-se entre 20° e 30°C, e algumas espécies apresentam alta germinabilidade e velocidade de germinação entre 30° e 35°C (BORGHETTI, 2005). Para Larcher (2000) plantas cultivadas em trópicos e subtropicos possuem temperaturas ótimas que vão da faixa de 30° a 40°C e entre 15° e 30°C para outras plantas.

Acima e abaixo dos limites máximo e mínimo de temperatura, pode ocorrer a morte das sementes (BORGES e RENA, 1993). Temperaturas extremas podem causar uma série de prejuízos para a germinação de sementes, como a inativação de proteínas resultando em descompasso metabólico, comprometendo a germinabilidade (MARCOS FILHO, 2005), o que pode explicar a ausência do processo germinativo na temperatura estudada de 40°C, contudo, a temperatura de 15°C não foi deletéria conforme mencionado anteriormente, pois, as sementes permaneceram no substrato sem indícios de deterioração durante o período de avaliação.

Sob baixas temperaturas ocorre um aumento na rigidez da membrana e também na viscosidade da água (PIMENTEL, 2004), dessa forma há um dispêndio maior em energia de ativação necessária para realizar os processos bioquímicos durante o processo germinativo (LARCHER, 2000).

Temperaturas relativamente baixas atuam bloqueando os processos metabólicos, de algumas espécies, assim como foi observado por Araújo Neto et al. (2002a) em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam., cujas sementes apresentaram taxa de germinação extremamente baixa sob temperaturas de 10 e 15°C. No entanto, sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. postas para germinar sob temperatura constante de 15°C apresentaram alta porcentagem de germinação, apenas a velocidade foi reduzida (CÂMARA et al, 2008).

Temperaturas elevadas causam um aumento na movimentação das moléculas, deixando as ligações químicas mais frágeis e a membrana celular mais fluida podendo

provocar desorganização do sistema enzimático, com desnaturação de proteínas e desestruturação do sistema de membranas celulares (GARCIA et al., 2004).

Apesar de altas temperaturas provocarem redução da viscosidade e aumento da energia cinética da água, favorecendo o processo de embebição (MARCOS FILHO, 2005), temperaturas extremamente elevadas podem provocar desnaturação de proteínas que estão diretamente ligadas à estrutura e seletividade da membrana celular. Araújo Neto et al. (2002a) trabalhando com sementes de *G. ulmifolia*, verificaram que sementes postas para germinar sob temperatura constante de 40 e 45°C perderam totalmente sua viabilidade, comprovado pelo extravasamento de substâncias de odor desagradável no substrato.

Sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand apresentaram taxa de germinação baixa sob temperatura constante de 35°C e inibição do processo germinativo sob temperatura de 40°C (SANTOS et al., 2005a). Abreu e Garcia (2005) estudando o comportamento germinativo de *Xyris cipoensis* Smith e Down, *Xyris longiscapa* A. Nilsson e *Xyris platystachia* Alb. Nilss. observaram forte inibição da germinação sob as temperaturas de 35 e 40°C.

4.4 Armazenamento de sementes

As sementes de angico preto, quando armazenadas com 22%, de umidade apresentaram redução no teor de água nos primeiros 30 dias em todas as condições de armazenamento independente das embalagens utilizadas (Figura 6). A partir dos 30 dias constatou-se um ajuste no grau de umidade em torno de 10% quando acondicionadas em papel e armazenadas em geladeira e câmara seca, ao passo que armazenadas em ambiente de laboratório sofreram em acréscimo acentuado no teor de água a partir dos 30 dias de armazenamento (Figura 6A), evidenciando que nessas condições, o grau de umidade das sementes variou conforme a umidade relativa do ar.

As sementes armazenadas em embalagem de vidro mantiveram o grau de umidade após 30 dias de armazenamento, independente do local de armazenagem e acondicionamento das mesmas (Figura 6 B).

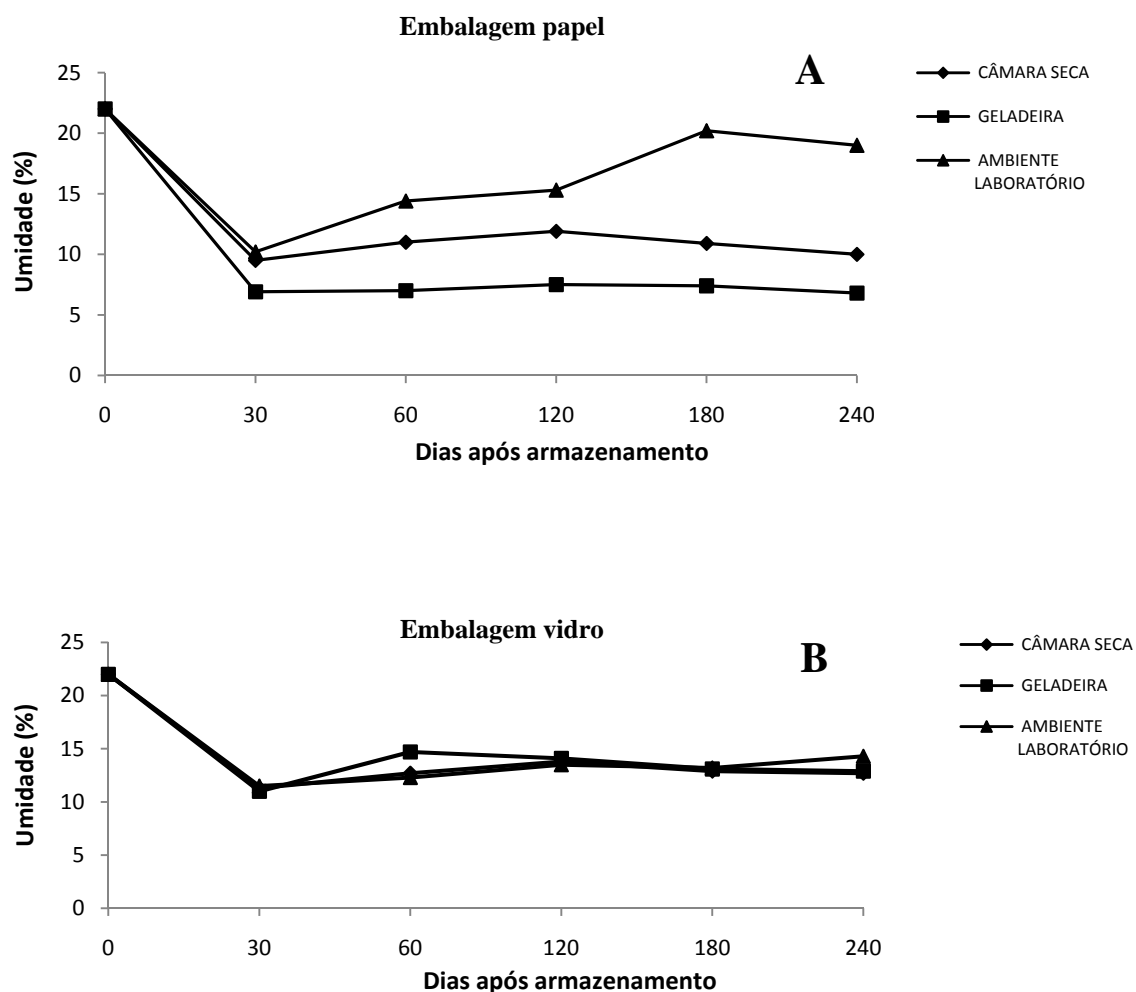


Figura 6. Grau de umidade de sementes de angico preto (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.) acondicionadas com teor de água de 22% em embalagens de papel (A) e vidro (B) armazenadas em câmara seca, geladeira e ambiente de laboratório por diferentes períodos.

Quando armazenadas com 9,7% de umidade e acondicionadas em embalagem de papel observou-se que aquelas armazenadas em geladeira apresentaram redução no teor de água nos primeiros 30 dias (Figura 7A). A partir dos 60 dias a umidade foi mantida durante todos os períodos de avaliação nos ambientes de câmara seca e geladeira (Figura 7A), porém o armazenamento destas em ambiente de laboratório inferiu acréscimo considerável no teor de água após 60 dias de armazenamento.

Para o mesmo teor de umidade, sementes acondicionadas em embalagem de vidro mantiveram o grau de umidade durante os 240 dias de armazenamento, independente do local de armazenamento das mesmas (Figura 7 B). Nestas condições,

não houve diferença marcante entre os três ambientes testados, apenas aos 180 dias após o armazenamento, as sementes armazenadas em geladeira apresentaram pequena variação no conteúdo de água.

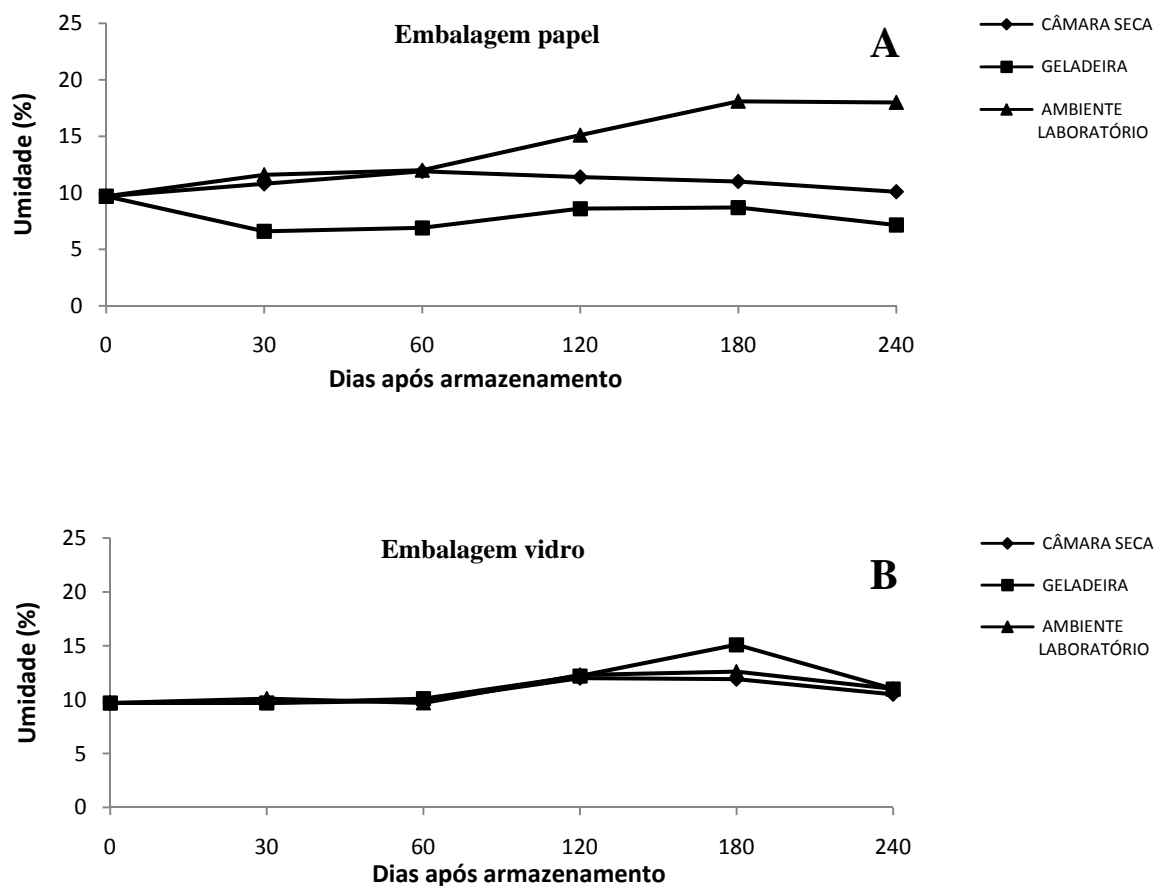


Figura 7. Grau de umidade das sementes de angico preto (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.) acondicionadas com teor de água de 9,7% em embalagens de papel (A) e vidro (B) armazenadas em câmara seca, geladeira e ambiente de laboratório por diferentes períodos.

A umidade relativa do ar influencia o equilíbrio higroscópico, hidratando ou desidratando, como também, dependendo da temperatura do ambiente e do tipo de embalagem utilizada, propicia o desenvolvimento de microorganismos que aceleram o processo de deterioração das sementes, resultando no aumento de atividades respiratórias e consequente consumo do material de reserva (MARCO FILHO, 2005).

Ambientes sem controle de temperatura e umidade relativa do ar em combinação com embalagens permeáveis podem ocasionar fissuras no tegumento das sementes

devido às flutuações de umidade e secagem excessiva do mesmo, facilitando a penetração de microrganismos e a perda da capacidade de regulação das trocas hídricas nas sementes (VILELLA e PERES, 2004). Dessa forma, sementes acondicionadas em embalagem de papel e armazenadas em ambiente sem controle de temperatura e com grau de umidade elevado podem perder a capacidade de regulação com o meio externo e manter elevado o teor de água, favorecendo a proliferação de fungos reduzindo o seu potencial de armazenamento.

Sementes acondicionadas com 22% de umidade apresentaram comportamento linear para porcentagem de germinação nas duas embalagens estudadas (Figura 8A e B). Sementes acondicionadas em embalagem de papel e armazenadas em geladeira mantiveram a porcentagem de germinação até os 240 dias do armazenamento (Figura 8A), enquanto que aquelas armazenadas em câmara seca e ambiente não controlado apresentaram uma redução da porcentagem de germinação durante os períodos de armazenamento, sendo esta redução mais acentuada em ambiente de laboratório. Para sementes acondicionadas com o mesmo grau de umidade em embalagem de vidro (Figura 8B), constatou-se efeito linear decrescente para os três ambientes avaliados, em função do período de armazenamento.

A embalagem de vidro reduziu acentuadamente a porcentagem de germinação, possivelmente por ser uma embalagem impermeável e devido ao alto grau de umidade em que as sementes se encontravam (Figura 8B), impossibilitando a troca de umidade com o ambiente, uma vez que o conteúdo de água da semente está sempre buscando o equilíbrio com a umidade relativa do ar. Dessa forma, a alta umidade dentro da embalagem, acelerou a deterioração independente do local de armazenamento.

Sementes que sofreram secagem e foram armazenadas com 9,7% de umidade em geladeira e acondicionadas em embalagem de papel mantiveram a porcentagem de germinação em todos os períodos do armazenamento (Figura 8C). Sementes armazenadas em câmara seca e ambiente não controlado apresentaram redução da porcentagem de germinação, sendo este mais acentuado em ambiente não controlado.

Para sementes acondicionadas com o mesmo grau de umidade em frasco de vidro e em ambiente de geladeira, houve um ajuste para o modelo de equação do terceiro grau, onde a maior porcentagem de germinação foi alcançada aos 180 dias após armazenamento (Figura 8D). Para sementes armazenadas em câmara seca e ambiente não controlado houve uma redução da porcentagem de germinação ao longo do armazenamento (Figura 8D).

Sementes ortodoxas são consideradas tolerantes ou resistentes a desidratação, e isto resulta na redução da deterioração e no prolongamento do período de armazenamento, conservando o potencial fisiológico. Assim, a escolha da embalagem para o acondicionamento das mesmas, depende do grau de umidade, das condições ambientais e do período de armazenamento.

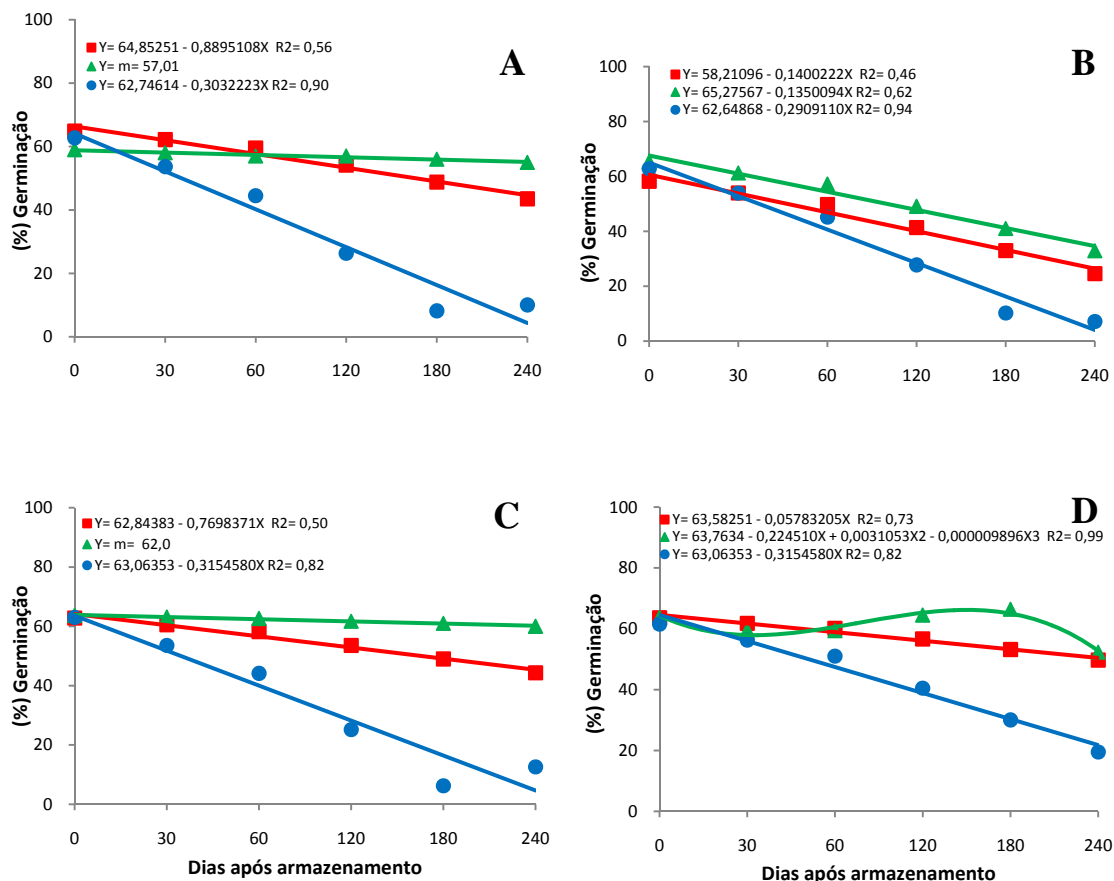


Figura 8. Porcentagem de germinação de sementes de angico preto (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.) acondicionadas com 22% em embalagem de papel (A) e vidro(B) e com 9,7% de umidade em embalagem de papel (C) e vidro (D) em câmara seca (■), geladeira (▲) e ambiente não controlado (●).

Independente do grau de umidade e da embalagem em que as sementes foram acondicionadas, o armazenamento em ambiente não controlado reduziu drasticamente a porcentagem de germinação. Segundo Antonello et al. (2009), este comportamento pode ser explicado por vários fatores, tais como a supressão de oxigênio das embalagens hermeticamente fechadas, além das oscilações na temperaturas que podem ter afetado o metabolismo das sementes a ponto de comprometer seu potencial fisiológico durante o armazenamento.

Cisneiros et al. (2003) trabalhando com sementes de *Psidium guineense* Swartz, observaram resultados contrários ao presente trabalho onde menores perdas da viabilidade das sementes foi constatado quando estas foram armazenadas com 9% de umidade em ambiente sem controle de temperatura, utilizando tanto as embalagem de sacos de papel como a de vidro, durante 180 dias.

Independente do grau de umidade, sementes acondicionadas em embalagem de papel armazenadas em geladeira mantiveram o IVG durante os períodos de armazenamento. Em câmara seca houve um ajuste para o modelo de equação do segundo grau, com decréscimo acentuado aos 240 (Figura 9A e C). Sementes armazenadas em ambiente não controlado apresentaram redução do IVG durante o armazenamento (Figura 9A e C), nessas condições, as sementes apresentaram aumento do teor de umidade a partir dos 30 dias após o armazenamento, o que possivelmente contribuiu para redução do potencial de armazenamento das sementes.

Sementes armazenadas com 22% de umidade e acondicionadas em embalagem de vidro apresentaram uma redução do IVG durante todo os períodos de armazenamento independente do ambiente de armazenamento, apresentando redução mais acentuada para sementes armazenadas em ambiente não controlado (Figura 9B).

Sementes armazenadas com 9,7% de umidade em ambiente de geladeira e acondicionas em embalagem de vidro mantiveram o IVG durante os períodos de armazenamento (Figura 9D). Em câmara seca houve um ajuste para o modelo de equação do terceiro grau apresentando uma pequena redução do IVG após 60 dias de armazenamento e aos 180 e 240 dias mantiveram o IVG (Figura 9D).

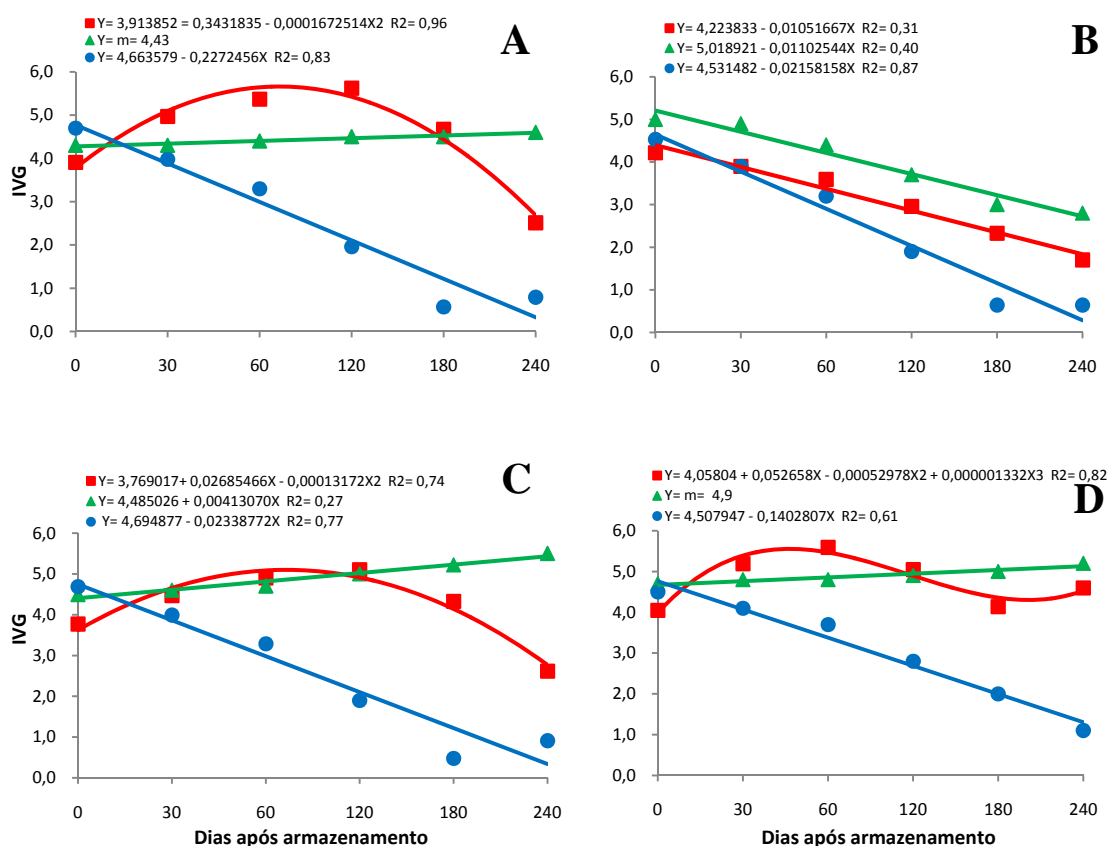


Figura 9. Índice de velocidade de germinação de sementes de angico preto (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.) acondicionadas com 22% em embalagem de papel (A) e vidro(B) e com 9,7% de umidade em embalagem de papel (C) e vidro (D) em câmara seca (■), geladeira (▲) e ambiente não controlado (●).

Deste modo, sementes de angico preto armazenadas em ambiente de geladeira onde ocorre menor variação da temperatura e umidade relativa do ar, mantiveram a porcentagem e velocidade de germinação durante o armazenamento, possivelmente a atividade respiratória foi reduzida e consequentemente o consumo de material de reserva para manutenção dessa atividade foi reduzida, ao passo que, sementes armazenadas em condições onde as flutuações da temperatura e umidade foram mais acentuadas, houve uma redução do potencial germinativo à medida que o tempo avançou, provavelmente em consequência do consumo de maiores quantidades do material de reserva das sementes, comprometendo assim o seu vigor.

De modo semelhante, sementes de *T. serratifolia* (Souza et al. 2005b), *Campomanesia phala* (Berg.) Landr (Maluf e Pisciotano-Ereio, 2005), *T. roseo-alba* e de *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl (Borba-Filho e Perez, 2009), quando

acondicionadas em embalagens de papel e armazenadas em ambiente de laboratório apresentaram maior perda de vigor ao longo do armazenamento.

O tipo de embalagem utilizada assume relevante importância na preservação da viabilidade das sementes e está diretamente relacionada às condições ambientais, sob as quais são armazenadas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Assim sendo, a taxa de deterioração depende diretamente da temperatura, da umidade relativa do ar e do histórico da população de sementes os quais são fatores que afetam as características físicas, químicas, fisiológicas e sanitárias das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Quanto ao comprimento das plântulas, verificou-se que sementes acondicionadas com 22% de umidade em embalagem de papel, conservaram seu vigor mantendo o crescimento das plântulas, durante todos os períodos do armazenamento (Figura 10A). Para sementes acondicionadas com 9,7% de umidade na mesma embalagem, houve um ajuste da equação de terceiro grau apresentando taxa de crescimento de plântulas aos 180 dias após armazenamento (Figura 10C). Porém, em câmara seca e ambiente não controlado constatou-se que o vigor, evidenciado pelo crescimento das plântulas foi afetada à medida que se prolongou o armazenamento, sendo esta redução mais drástica para sementes armazenadas em ambiente não controlado (Figura 10A e C).

Desse modo, sementes mais vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em razão de apresentarem maior capacidade de translocação de suas reservas e maior assimilação destas pelo eixo embrionário (SOUZA et al., 2005b).

Independente do grau de umidade, o acondicionamento das sementes em embalagem de vidro, armazenadas em ambiente de câmara seca, geladeira e condição não controlada apresentaram uma redução na taxa de crescimento das plântulas durante os períodos de armazenamento (Figura 10B e D), contudo, foi verificado que sementes acondicionadas com 22% de umidade e armazenadas em ambiente não controlado diminuíram drasticamente o comprimento das plântulas (Figura 10 B) em relação aquelas acondicionadas com 9,7% na mesma embalagem, mantendo-o mais elevado aos 240 dias após o armazenamento (Figura 10D).

De acordo com Villela e Peres (2004), as embalagens impermeáveis impedem o intercâmbio de vapor d'água entre as sementes e o meio externo, dessa forma, sementes que passam por processo de secagem e em seguida são acondicionadas em recipiente hermeticamente fechado, podem preservar a qualidade fisiológica por um maior período de tempo.

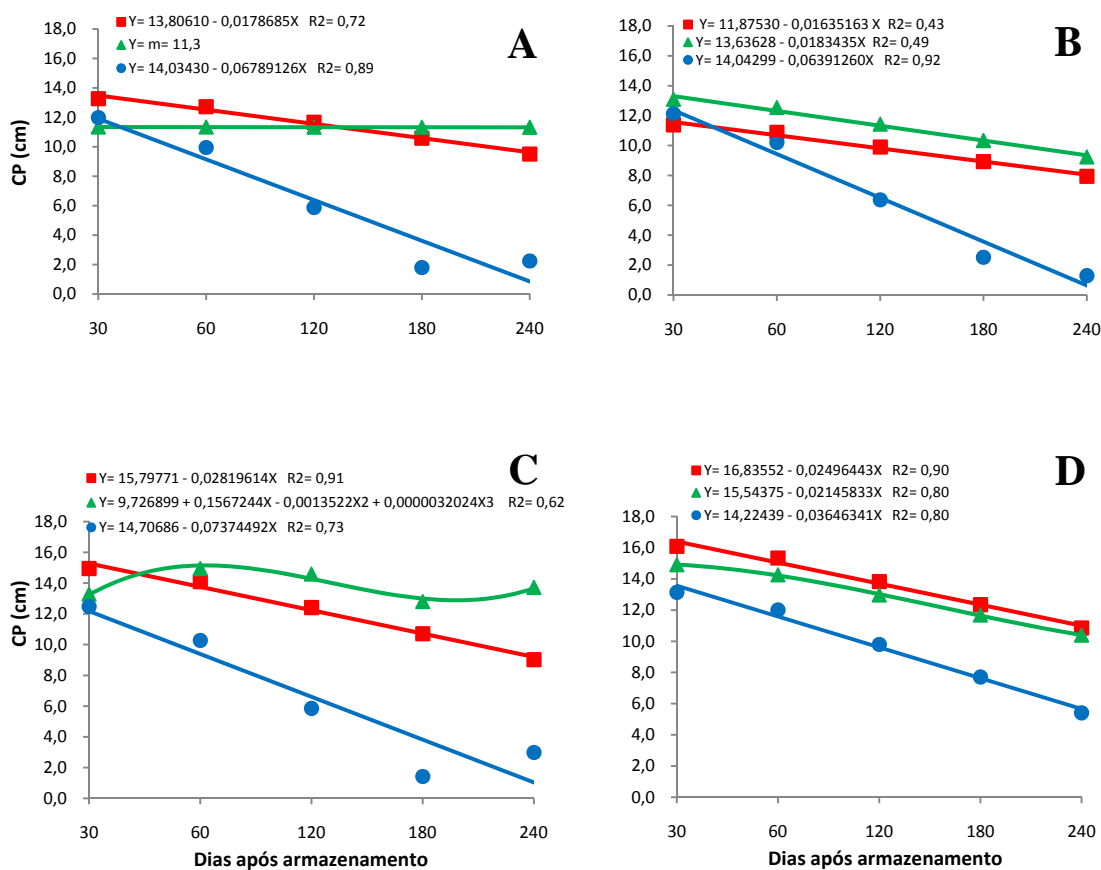


Figura 10. Comprimento de plântula (CP) angico preto (*Anadenanthera macrocarpa* Benth), de sementes acondicionadas com 22% em embalagem de papel (A) e vidro(B) e com 9,7% de umidade em embalagem de papel (C) e vidro (D) em câmara seca (■), geladeira (▲) e ambiente não controlado (●).

No tocante a massa seca das plântulas, sementes acondicionadas com 22% de umidade, em ambas as embalagens e armazenadas em câmara seca e geladeira mantiveram a massa seca das plântulas durante todos os períodos do armazenamento (Figura 11A e B). Apenas aquelas sementes acondicionadas em vidro e armazenadas em ambiente de câmara seca apresentaram aumento na massa seca das plântulas após 120 dias do armazenamento (Figura 11B), nessas condições a porcentagem de germinação aos 120 dias apresentou-se em torno dos 30% e aos 180 e 240 dias após o armazenamento em torno dos 10% (Figura 8B).

De acordo com Santos e Paula (2009) em tratamentos ou repetições com baixa porcentagem de germinação, há tendência de as plântulas existentes se beneficiarem do

maior espaço e menor competição por água e luminosidade, comprometendo a afirmativa de que o tratamento com massa seca superior sejam mais vigorosos.

O acondicionamento das sementes com 9,7% de umidade em ambiente de câmara seca e geladeira nas duas embalagens testadas favoreceram a manutenção do vigor das sementes indicado pela massa seca das plântulas formadas (Figura 11C e D).

Plântulas oriundas de sementes armazenadas em ambiente não controlado, acondicionadas com 22% de umidade em ambas as embalagens e acondicionadas com 9,7% de umidade em embalagem de papel apresentaram redução da massa seca durante os períodos de armazenamento indicando a perda de vigor das mesmas (Figura 11A, B e C), no entanto o acondicionamento com 9,7% de umidade em embalagem de vidro favoreceu a manutenção da massa seca das plântulas ocasionada pela conservação do vigor das sementes no decorrer do tempo (Figura 11D).

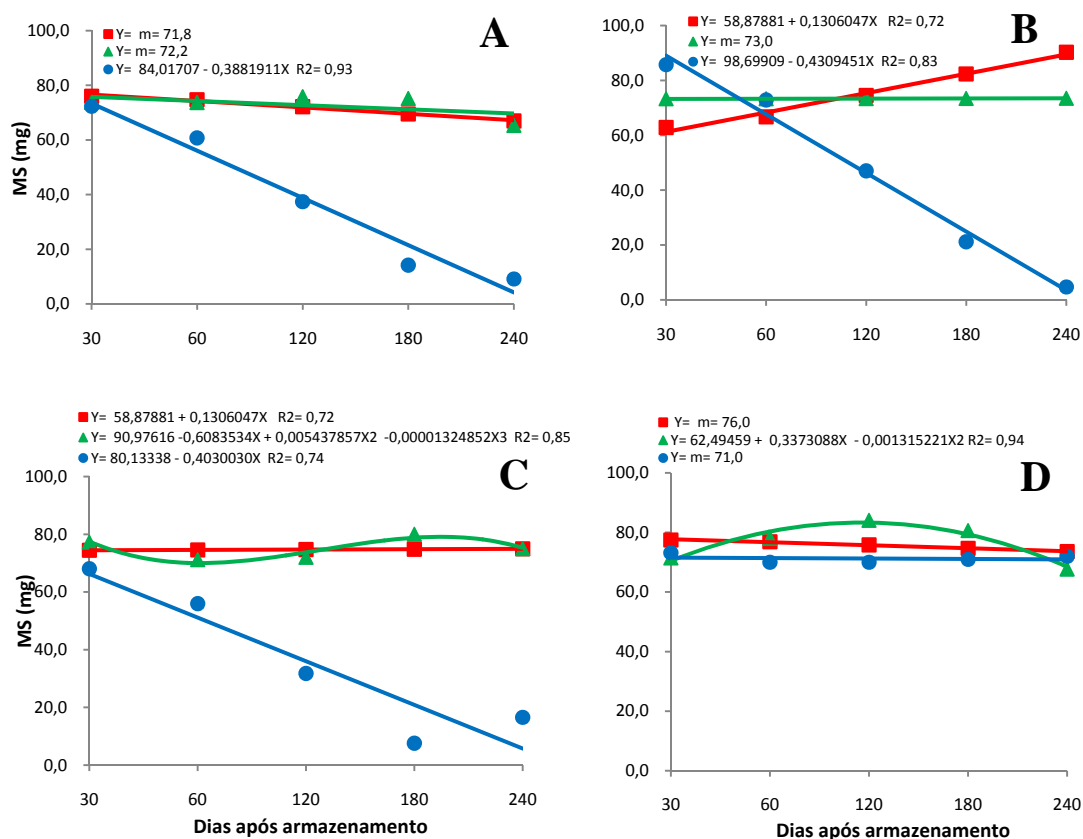


Figura 11. Massa seca (MS) de plântula angico preto (*Anadenanthera macrocarpa* Benth), de sementes acondicionadas com 22% em embalagem de papel (A) e vidro(B) e com 9,7% de umidade em embalagem de papel (C) e vidro (D) em câmara seca (■), geladeira (▲) e ambiente não controlado (●).

Considerando todos os indicadores avaliados, o acondicionamento em embalagem de papel e em ambiente de geladeira favoreceu a conservação das sementes por pelo menos 240 dias independente do teor de água em que as mesmas foram acondicionadas. Nestas condições as sementes apresentaram o menor teor de água durante o armazenamento (em torno de 7%), tal fato somente evidenciado em ambiente de geladeira, pois a embalagem permeável favoreceu a perda de água das sementes e a temperatura reduziu a atividade metabólica de consumo das reservas e da respiração.

O armazenamento sob temperaturas baixas é benéfico para muitas espécies (BARBEDO et al., 2002). Segundo Marcos Filho (2005) a intensidade da deterioração das sementes é influenciada pela temperatura do ambiente do armazenamento, que afeta diretamente a velocidade das reações químicas, acelerando a respiração e o desenvolvimento de microrganismos, de modo que a redução da temperatura beneficia a conservação da qualidade fisiológica de sementes ortodoxas.

Resultados semelhantes foram observados por Barbedo et al. (2002), onde as sementes de *C. echinata* quando armazenadas sob condições normais de ambiente apresentaram redução do vigor em menos de três meses. Sob temperatura baixa foi possível manter a viabilidade das sementes por até 18 meses, com germinação superior a 80%, esta espécie apresentou comportamento ortodoxo, tolerando redução do teor de água até atingir 7,6%, o que pode facilitar o armazenamento e ampliar o potencial de conservação.

Souza et al. (2005b) trabalhando com *T. serratifolia* observaram redução do vigor das sementes (comprimento e massa seca das plântulas) ao longo do tempo de armazenamento, utilizando embalagem de papel e polietileno nos ambientes de câmara seca, geladeira e ambiente de laboratório. No entanto, esta queda foi menos acentuada para as sementes acondicionadas em papel e armazenadas em ambiente de geladeira e em ambiente de laboratório, onde aos 90 dias de armazenamento houve perda total do vigor.

4.5 Efeito de diferentes substratos orgânicos na produção de mudas

4.5.1 Porcentagem e velocidade de emergência

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5, não houve diferença estatística entre os diferentes substratos estudados para porcentagem e velocidade de emergência das plântulas de angico preto, onde todos os substratos proporcionaram valores superiores a 50% para porcentagem de emergência de plântulas.

No presente trabalho constatou-se que todos os substratos testados favoreceram a germinação das sementes e a emergência das plântulas, podendo, portanto, serem considerados como bons substratos de acordo com o conceito discutido por Smiderle e Minami (2001), os quais relataram que a absorção de água é o marco inicial da germinação e que um bom substrato para produção de mudas deve proporcionar retenção de água suficiente e manter quantidades adequadas de espaço poroso para facilitar o fornecimento de oxigênio, indispensável para a germinação das sementes e desenvolvimento do sistema radicular das plântulas.

Carvalho Filho et al. (2003) trabalhando com *H. courbaril* testando os substratos solo e adicionado a este areia e material orgânicos observaram que não houve influência na porcentagem e velocidade de emergência das plântulas, porém, a porcentagem alcançada foi inferior a 50% em todos substratos avaliados.

Oliveira et al. (2006b) avaliando a influência dos substratos plantmax, solo, fibra de coco e areia na emergência de plântulas de *Diospyros ebenaster* Retz., observaram diferença tanto na porcentagem quanto na velocidade de emergência das plântulas. Dessa forma, a adição de matéria orgânica influenciou decisivamente na germinação das sementes.

Lucena et al (2004) trabalhando com diferentes substratos na germinação de sementes de *Delonix regia* Boj ex-Hook, *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit., *Cassia siamea* Lam. e *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth em viveiro, com exceção das duas primeiras espécies, verificaram que os resultados obtidos foram baixos (abaixo de 50%), contra os altos valores quando os experimentos foram conduzidos em condições controladas (70% de germinação).

Tabela 5. Porcentagem (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de angico-preto - *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan, em função de diferentes substratos orgânicos.

TRATAMENTOS	E%*	IVE
Solo	61,56 A	0,68 A
Solo + esterco de caprino	55,78 A	0,71 A
Solo + torta de filtro	62,13 A	0,80 A
Solo + bagaço de cana	75,55 A	1,05 A
Solo + serrapilheira	61,41 A	0,73 A
Areia + torta de filtro	66,17 A	0,72 A
Areia + esterco de caprino.	63,39 A	0,82 A
CV (%)	15,0	34,0

* Dados transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

4.5.2 Produção de mudas

Em relação à altura das mudas de angico preto (Figura 12A), os substratos solo + torta de filtro, solo + serrapilheira e areia + torta de filtro proporcionaram maior crescimento em altura às plantas, ao passo que o substrato contendo apenas solo proporcionou médias de altura de plantas intermediárias em todas as avaliações. Observou-se também que os substratos solo + esterco de caprino, solo + bagaço de cana e areia + esterco caprino conferiram menores médias de altura de plantas em todas as épocas de avaliação.

Para a característica diâmetro do colo das mudas (Figura 12B), o maior valor foi obtido em mudas cultivadas em solo + torta de filtro, solo + serrapilheira e areia + torta de filtro em todas as épocas de avaliação, porém, os substratos solo, solo + bagaço de cana, solo ou areia contendo esterco de caprino proporcionaram valores inferiores aos demais substratos.

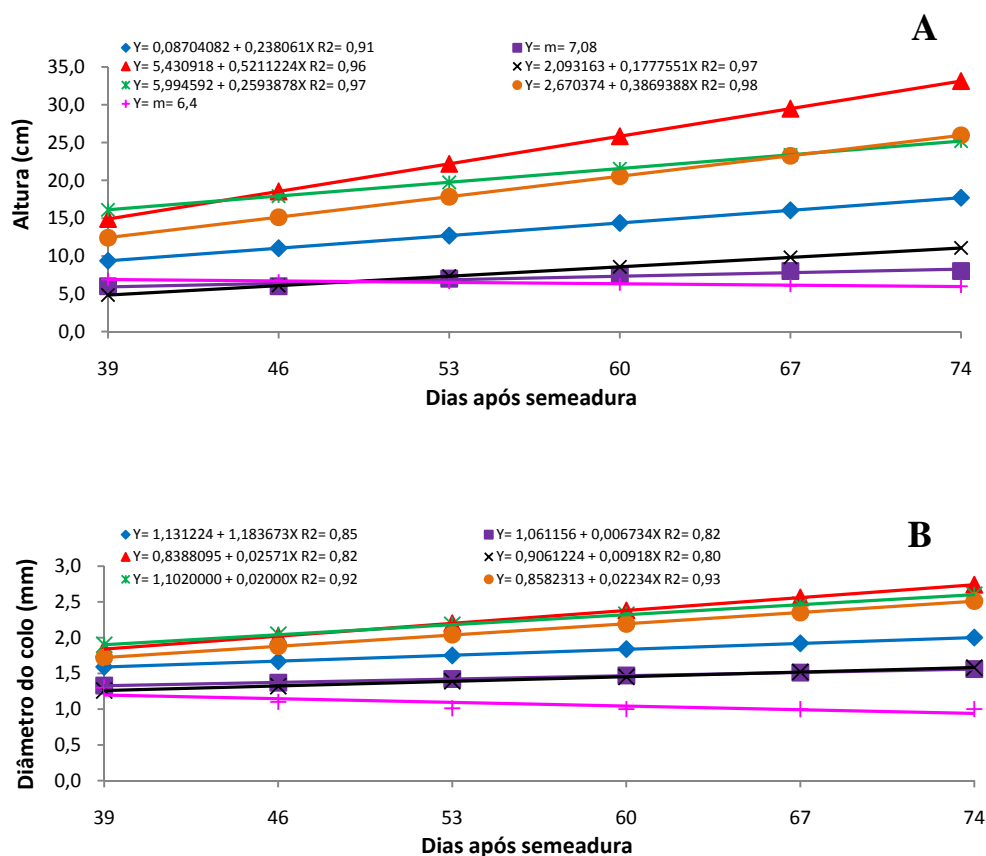


Figura 12. Valores médios de altura (A) e diâmetro do colo (B) de mudas de angico preto - *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan submetidas a diferentes substratos orgânicos: solo (\blacklozenge), solo + esterco de caprino (\blacksquare), solo + torta de filtro (\blacktriangle), solo + bagaço de cana (\blacktimes), solo + serrapilheira (\blackstar), areia + torta de filtro (\bullet) e areia + esterco de caprino (\blackplus) aos 39, 46, 53, 60, 67, e 74 dias após a semeadura.

Gomes et al. (2002) citam que a altura da parte aérea, quando avaliada isoladamente, serve apenas para expressar a qualidade das mudas, contudo, os autores recomendam a utilização desta variável em combinação com outras como diâmetro do coleto, peso das raízes, peso da parte aérea, entre outros.

Daniel et al. (1997) relataram que, geralmente, o diâmetro do colo é um bom indicador do padrão de qualidade de mudas sendo, em geral, o mais indicado para determinar a capacidade de sobrevivência de mudas no campo, assim, mudas com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio.

Nesse sentido, a altura da parte aérea da planta quando combinada com o diâmetro do colo constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio no campo (CARNEIRO, 1995), sendo excelente referencial para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais (SOUZA et al. 2006). Segundo Souza et al.

(2006), dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

Segundo Meurer (2007), uma das características do substrato que influenciam no crescimento das mudas pode ser de natureza física, que afeta a umidade do solo e conseqüentemente a absorção de nutrientes. Dessa forma, alguns resíduos de origem orgânica podem melhorar a estrutura física da maioria dos solos, mantendo a umidade durante períodos de seca e aumentando a drenagem em períodos chuvosos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Neste sentido, a torta de filtro (JOSINO et al. 2005) e a serrapilheira (CAMPANHA et al. 2007) que são materiais de origem orgânica, podem melhorar a capacidade de retenção de água. O que possivelmente conferiu maior absorção de nutrientes pelas mudas de angico preto e conseqüentemente melhores condições para o crescimento em altura e diâmetro do colo, quando comparado aos demais substratos.

Apesar de melhorar a estrutura do solo, esses materiais orgânicos também afetam a natureza química do solo. Estes materiais devem possuir características químicas adequadas para um desenvolvimento satisfatório e o pH está diretamente relacionado com a disponibilidade de nutrientes, elementos tóxicos, decomposição da matéria orgânica, fixação biológica de nitrogênio e crescimento de raízes.

De acordo com Meurer (2007), o pH do solo na faixa de 5,5 a 6,5 é favorável para o crescimento das plantas, em solos com pH abaixo de 5,0 o alumínio na forma de cátion trivalente (Al^{+3}) torna-se solúvel causando toxidez as plantas e o fósforo forma complexos principalmente com os óxidos de ferro, o que diminui sensivelmente sua disponibilidade para as plantas.

Nos substratos onde as plantas de angico preto apresentaram melhor desenvolvimento em altura e diâmetro do colo (solo, solo + torta de filtro, solo + serrapilheira e areia + torta de filtro), o pH estava na faixa ideal para o crescimento das mudas (Tabela 1). A adição da torta de filtro ao solo proporcionou maior altura as plantas aos 74 dias após a semeadura, segundo Meurer, (2007) a adição de material orgânico disponibiliza vários micronutrientes como, cobre, manganês e zinco e o pH na faixa de 6,0 a 6,5 torna disponível maiores quantidades de macronutrientes como, nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio. De acordo com a tabela 1, o substrato solo + torta de filtro apresentou maiores quantidades desses nutrientes (macro e micronutrientes) em pH 6,5 o que possivelmente favoreceu o crescimento das mudas.

Em substrato contendo bagaço de cana, o crescimento das mudas foi prejudicado, mesmo em pH na faixa ideal para o crescimento das plantas (pH 5,2). Isso pode ser explicado pela compactação do substrato alterando sua estrutura física tendo como consequência, a diminuição da taxa de infiltração de água no solo, além disso, nessas condições pode ocorrer um aumento na resistência à penetração das raízes diminuindo a absorção de nutrientes, o que pode ser constatado pela redução do crescimento das mudas de angico preto neste substrato.

Casarin et al. (1989) citado por Santos et al. (2005b) testaram resíduos da indústria canvieira na composição de substrato para produção de mudas *Eucalyptus citriodora* Hook. observaram que o uso de bagaço de cana prejudicou desenvolvimento das mudas, enquanto o uso de torta de filtro não afetou o desenvolvimento das mudas e promoveu melhores índices morfológicos.

Com relação ao número de folhas por planta (Figura 13) constatou-se que os substratos solo + torta de filtro e areia + torta de filtro proporcionaram valores superiores aos demais, ao passo que mudas cultivadas em substratos contendo solo e adicionado a este bagaço de cana ou serrapilheira proporcionaram médias intermediárias em todas as épocas. No entanto, os substratos solo + esterco de caprino e areia + esterco de caprino proporcionaram valores inferiores aos demais.

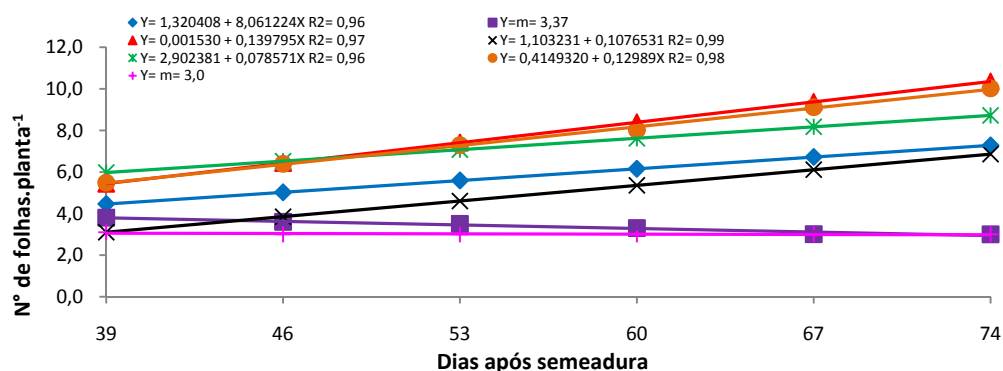


Figura 13. Valores médios de número de folhas por planta das mudas de angico-preto - *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan submetidas a diferentes substratos orgânicos : solo (◆), solo + esterco de caprino (■), solo + torta de filtro (▲), solo + bagaço de cana (×), solo + serrapilheira (*), areia + torta de filtro (●) e areia + esterco de caprino (+), aos 39, 46, 53, 60, 67, e 74 dias após a semeadura.

Maeda et al. (2007), testando substratos para produção de mudas de essências florestais elaborados a partir de resíduos orgânicos, recomendaram a utilização do esterco de caprino para espécies florestais tolerantes a acidez. No entanto, de acordo com os resultados apresentados no presente trabalho, não houve incremento sobre o crescimento das plantas de angico preto em substratos contendo esterco de caprino (Figura 12), mesmo com o pH acima de 6,0.

Conforme Meurer (2007), à medida que o pH aumenta, diminui a disponibilidade dos nutrientes para as plantas e isto ocorre devido a adsorção desses elementos. Esta adsorção é influenciada não só pelo aumento do pH mas também pela adição de alguns matérias de origem orgânica. Isto acontece em decorrência dos óxidos, principalmente os de ferro, que são carregados positivamente, atraindo ânions (fosfato, sulfato entre outros), favorecendo a formação de complexos de superfície, levando a indisponibilidade de alguns micronutrientes.

Vale ressaltar, que mudas de angico preto cultivadas em substratos contendo esterco de caprino apresentaram folhas necrosadas. Possivelmente, devido ao processo de mineralização não ter sido completado, causando alguma toxicidade por excesso de substâncias liberadas no substrato. Segundo Almeida (2003), os materiais orgânicos apresentam composição química variável, podendo apresentar excessos, carências e desequilíbrios de nutrientes.

De acordo com análise do substrato contendo esterco de caprino (Tabela 1) constatou-se uma quantidade elevada de potássio. Segundo Bull et al. (1998) o excesso de potássio pode inibir mais acentuadamente o crescimento das plantas do que a sua deficiência, e isto pode estar associado ao desbalanço catiônico em relação ao cálcio e ao magnésio, devido a absorção de luxo de potássio. Os sintomas de excesso de potássio são raros, contudo, quando ocorre, pode causar desidratação nas células vizinhas e rompimento da membrana plasmática provocando o aparecimento de manchas necróticas nas folhas (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

Quanto ao acúmulo de matéria seca na parte aérea, raiz e matéria seca total das plantas de angico preto, os substratos solo + torta de filtro, solo + serrapilheira e areia + torta de filtro (Tabela 6) proporcionaram maior alocação de massa seca às plantas. Porém, mudas produzidas nos substratos contendo solo + esterco caprino, solo + bagaço de cana e areia + esterco caprino foram as que apresentaram menor acúmulo de massa seca.

Tabela 6. Massa seca da parte aérea, raiz e total em plantas de angico preto - *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan, submetidas a diferentes substratos orgânicos aos 74 dias após a semeadura.

TRATAMENTOS	PARTE AÉREA (g)	RAIZ (g)	PESO TOTAL(g)
Solo	1,013 BC	1,270 BC	3,043 B
Solo + esterco caprino	0,258 C	0,646 C	0,904 C
Solo + torta de filtro	3,035 A	2,400 AB	5,435 A
Solo + bagaço de cana	0,580 C	0,861 C	1,441 BC
Solo + serrapilheira	2,073 AB	3,118 A	5,191 A
Areia + torta de filtro	2,274 AB	3,041 A	5,3150 A
Areia + esterco caprino	0,185 C	0,719 C	1,206 BC
Valos de “F” para tratamento	13,85**	5,16 **	3,21**

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1%.

Os substratos onde as mudas de angico apresentaram maior número de folhas podem ter conferido maior capacidade de captação de luz e CO₂ necessários à maior taxa fotossintética. Segundo Floss, (2008), a luz captada pelas folhas está diretamente relacionada com o desenvolvimento das plantas e esta energia luminosa é transformada em energia química e responsável por inúmeros processos fisiológicos. O principal mecanismo de absorção de nutrientes pelas raízes dar-se de forma ativa e requer alta disponibilidade de energia química, plantas com mais folhas captam mais luz, logo, haverá maior atividade fotossintética e, portanto, elevada produção de fotoassimilados que circulam até as raízes aumentando a respiração e produção de ATP necessário para a absorção de nutrientes (FLOSS, 2008).

De acordo com Floriano (2004b) um bom volume de massa verde da parte aérea, bem como no sistema radicular, indica a presença de uma maior área de superfície foliar ou maior números de raízes, respectivamente, o que se traduz em melhor capacidade fotossintética e absorção nutricional, propiciando um melhor desenvolvimento da plântula, dando origem a plantas mais vigorosas.

Nicoloso et al., (2000) trabalhando com mudas de *Maytenus ilicifolia* Martius ex. Reissek e *Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride observaram que a adição de compostos orgânicos, proporcionou aumento significativo do peso de matéria seca da planta. Scalon et al., (2006) em estudo com *S. terebinthifolius* e *Clitoria fairchildiana* Howard observaram que plantas com maior massa seca são mais vigorosas.

Maior ênfase tem sido dada à pesquisa com diferentes combinações de substratos, que claramente influenciam o vigor das plantas (CUNHA et al., 2005) com o intuito de torná-las mais resistentes às adversidades climáticas (MORGADO et al., 2000). Fatores como, luminosidade e adubação química e/ou orgânica podem influenciar no crescimento das plantas e, conseqüentemente no vigor das mudas.

A vantagem do uso de adubo orgânico em relação à utilização dos adubos químicos é a liberação gradual dos nutrientes à medida que são utilizados pelo o crescimento da planta. Se os nutrientes estiverem prontamente disponíveis no solo, como ocorre com os fertilizantes químicos, podem ser perdidos por volatilização (principalmente o nitrogênio), fixação (fósforo) ou lixiviação, principalmente do potássio (SEVERINO et al., 2004). Os autores ressaltam ainda que a mineralização de alguns materiais orgânicos podem ser excessivamente lenta, como ocorre com o bagaço de cana, de forma que os nutrientes não são disponibilizados em quantidade suficiente e o crescimento da planta é limitado por carência nutricional, reduzindo o vigor das mesmas.

Vale ressaltar que em plantas de angico preto cultivadas em substrato solo + torta de filtro e solo + serrapilheira apresentaram nódulos formados com associação de bactérias do gênero *Rhizobium* (Figura 14), indicando presença de bactérias fixadoras de nitrogênio, sugerindo maior aporte de nitrogênio para as plantas.

O pH do solo e a presença de Al^{3+} são dois dos principais fatores abióticos que afetam a sobrevivência e a nodulação pelo *Rhizobium* (FIGUEIREDO et al., 2008). As bactérias fixadoras de N^2 geralmente possuem maior eficiência de nodulação e fixação biológica de nitrogênio em pH próximo a neutralidade e ausência de Al^{3+} (LEITE e ARAÚJO, 2007). Estas características foram observadas no substrato solo + torta de filtro, contribuindo para o desenvolvimento de nódulos nas raízes dessas plantas (Tabela 1).

Para Engel e Minhoni (2009) substratos contendo serrapilheira podem apresentar muitos microrganismos, sendo estes responsáveis por interações biológicas. Assim, a adição desse material ao solo pode ter favorecido o desenvolvimento das bactérias do gênero *Rhizobium* nas raízes das mudas de angico preto.

Silva et al., (2009) trabalhando com Leguminosas nativas em solos de cerrado, observaram que mudas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. não apresentaram nodulação natural, em conseqüência do baixo pH do solo (4,9) e presença de Al^{3+} ($3,1 \text{ cmol}_c.\text{dm}^3$),

sugerindo uma possível limitação da atividade das bactérias capazes de nodular nestas condições.

As mudas de angico preto aos 74 dias de idade apresentaram raízes bastante desenvolvidas, principalmente nos substratos solo + torta de filtro e solo + serrapilheira (Figura 14A), possivelmente estes substratos mostraram-se adequados em função da boa aeração proporcionada pela adição da serrapilheira ao solo e maior disponibilidade de nutrientes propiciada pela torta de filtro.

Plantas que apresentam raízes bem desenvolvidas em comprimento e diâmetro são capazes de resistir às condições adversas do meio (LABOURIAU, 1964). Um sistema radicular bem desenvolvido pode favorecer um rebrotamento, caso ocorra algum dano à parte aérea da planta (RIZZINI, 1965 citado por CUNHA e FERREIRA, 2003).



Figura 14. Raízes de mudas de angico preto - *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan - (A) e presença de nódulos nas raízes secundárias (B) em plantas cultivadas em substrato composto por solo + torta de filtro e solo + serrapilheira aos 74 dias após semeadura.

Além das características observadas no sistema radicular foi verificado que em plantas cultivadas em substrato solo + torta de filtro, havia presença de acúleos no caule das mudas. Os acúleos representam uma adaptação das plantas para evitar a perda de água quando se desenvolvem em regiões com déficit hídrico e auxiliam também como estrutura de defesa, reduzindo a predação por herbívoros (RAVEN et al., 2001). A presença dessas estruturas no caule das plantas cultivadas no substrato solo + torta de filtro indicou bom desenvolvimento e maior capacidade de resistência das mudas em condições adversas.

Dessa forma, os resultados evidenciam que a adição de material orgânico disponível em propriedades rurais resulta em benefícios a qualidade das mudas, pois compuseram substrato adequado para o crescimento das plantas de angico preto.

5 CONCLUSÕES

- Os frutos de angico preto apresentam grande variação no número de sementes por fruto.
- O eixo embrionário ocupa parte da região central da semente de angico preto com posição axial e linear;
- A germinação das sementes de angico preto é do tipo epígea e as plântulas fanerocotiledonares;
- A temperatura de 30°C e o substrato papel filtro proporcionam maiores médias de porcentagem e velocidade de germinação de angico preto;
- O acondicionamento das sementes de angico preto em frascos de vidro armazenadas em geladeira mantém o vigor por pelo menos 240 dias;
- O substrato solo + torta de filtro proporciona melhores características biométricas e acúmulo de massa seca as plantas.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M.T.V.N.; PAULA, R.C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* – Spreng – Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 135-140, 2006.
- ABREU, D.C.; NOGUEIRA, A.C.; MEDEIROS, A.C.S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* miers. winteraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 27, n. 1, p. 149-157, 2005.
- ABREU, M.E.P.; GARCIA, Q.S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilia**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 149-154, 2005.
- ALMEIDA, A. Composto de lixo urbano na composição química do solo e seus efeitos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*passiflora edulis* f. Flavicarpa). **Revista de Biociência**, Taubaté, v.9, n.2, p.7-15, 2003.
- ALVES, A.R. et al. Decomposição de resíduos vegetais da caatinga, na região de Patos, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 1, p. 57-63, 2006.
- ALVES, E.U. et al. Germinação e vigor de sementes de *Bauhinia divaricata* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 960-966, 2008.
- AMARO, M.S. et al. Morfologia de frutos, sementes e de plântulas da janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. – Apocynacea). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.28, n 1, p. 63-71, 2006.
- ANDRADE, A.C.S. et al. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.
- ANTONELLO, L.M. et al. Influência do tipo de embalagem na qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 31, n. 4, p-75-86, 2009.
- ARAÚJO NETO, J. C. et al. Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 460-465, 2002a.
- _____. et al. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia poyphylla* DC.). **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, DF, v. 24, n. 1, p. 203-211. 2002b.
- _____. et al. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* dc. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 27, n. 1, p.115-124, 2005.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 246p.
- BARBEDO, C.B.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 431-439, 2002.

- BARROSO, G.M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999, 433p.
- BETRALTI, C.M. Morfologia de plântulas e sementes. In: UNESP. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Área de Biologia Vegetal. **Apostila**. Rio Claro: 1994, 112p.
- BORBA-FILHO, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p.259-269, 2009.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993, 83p.
- BORGHETTI, F. Temperaturas extremas e a germinação de sementes. In: NOGUEIRA, R.J.M.V. et al. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005, 499p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 2009.
- BULL, L.T.; VILLAS BOAS, R.L.; NAKAGAWA, J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.3, p.456-464. 1998.
- CALDEIRA, M.V.W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.
- CAMARA, C.A. et al. Caracterização morfométrica de frutos e sementes e efeito da temperatura na germinação de *Parkia pendula* (willd.) benth. ex walp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 281-290, 2008.
- CAMPANHA, M.M. et al. Análise comparativa das características da serrapilheira e do solo em cafezais (*Coffea arabica* L.) cultivados em sistema agroflorestal e em monocultura, na Zona da Mata MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.5, p- 805-812, 2007.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995, 451p.
- CARNEIRO, S.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993, p. 333-337.
- CARVALHO FILHO, J.L.S.; ARRIGONI-BLANK, BLANK, A.F.; RANGEL, M.S.A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composição química de substratos. **Revista Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.
- CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Funep, Jaboticabal, 2000, 588p.

- CISNEIRO, R.A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de araçareiro durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n. 3, p. 513-518, 2003.
- COIMBRA, R.A. et al. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos visando a otimização dos resultados. **Revista Brasileira Sementes**, Brasília, DF, v. 29, n.1, p.92-97, 2007.
- CORNER, E.J.H. **The seeds of dicotyledons**. Cambridge: University Press, 1976. v.1, 311p.
- COSTA, M.C. et al. Substrato para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 19-24, 2005.
- CUNHA, A.O. et al. Efeito dos substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex. DC.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.
- CUNHA, M.C.L.; FERREIRA, R.A. Aspectos morfológicos das sementes e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam) A.C. Smith – camarú – Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, DF, v. 25, n 2, p. 89-96, 2003.
- DALLING, J.W.; HUBBELL, P. ; SILVERA, K. Seed dispersal, seedling establishment and gap partitioning among tropical pioneer trees. **Journal of Ecology**, London, n. 86, p. 674-689, 1998.
- DAMIÃO FILHO, C.F. Morfologia e anatomia de sementes. In: UNESP. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. **Apostila**. Jaboticabal: FCAV/ UNESP, 1993. 145p.
- DANIEL, O. et al. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, 2007, 1017p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1999. 412p.
- ENGEL, V.L.; MINHONI, T.A. Efeitos da serrapilheira no desenvolvimento inicial de mudas de espécies florestais nativas. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço, **Anais...** São Lourenço, 2009.p. 1-3.
- FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. B. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.
- FERREIRA, C.A.R.; FIGLIOLA, M.B.; ROBERTO, L.P.C. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Calophyllum brasiliensis* Camb. **IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 31, p. 173-178, 2007.
- FIGLIOLA, M.B.; AGUIAR, I.B. Colheita de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. **Sementes florestais tropicais**, Brasília, DF: ABRATES, 1993. 275p.
- _____; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993, 137p.

FIGUEIREDO, M.V.B. et al. Fatores bióticos e abióticos à fixação biológica de N₂. In: _____, et al. (Org.). **Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para agricultura**. Guaíba: Agrolivros, 2008. p. 39-64.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência das sementes florestais**. Santa Rosa, 2004b. 10p. (Caderno didático n. 2)

_____. **Armazenamento de sementes florestais**. Santa Rosa, 2004. 7p. (Caderno didático, n. 1)

FLOSS, E.F. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 211p.

FONSECA, E.P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hillex Maiden em “winstrip”**, 1988, 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001, 25p. (EMBRAPA Florestas, documentos, 58)

GARCIA, D.C. et al. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GUERRA, M.E.C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M.I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n 4, p. 322-328, 2006.

HARTMANN, H.T. et al. **Plant Propagation: principles and practices**. Geneve, 2002, 188p.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Storage. In: **Tropical tree seed manual: USDA Forest Service's, Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources**, 2003.

JOSINO, S.A.; COUTINHO, H.D.M.; PESSOA, H.L.F. Características de cultivo e da nutrição mineral em plantios de cana-de-açúcar. **Revista Conceitos**, Rio de Janeiro, p. 133-141, 2005.

KOHAMA, S. et al. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.28, n. 1, p. 72-78, 2006.

LABORIAU, L.G. **A germinação da semente**. Washington: Secretaria Geral da O. E. A., 1983. 173p.

_____; VÁLIO, I.F.M.; HERINGER, E.P. Sobre o sistema reprodutivo de plantas dos cerrados. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.36, n.4, p.449-464, 1964.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000, 531p.

LEITE, L.F.C.; ARAÚJO, A.S.F. **Ecologia microbiana do solo**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte, 2007. 24p. (Série Documentos).

LIMA, J.D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

- LIMAS, J.D.; SILVA, B.M.S.; MORAIS, W.S. Germinação e armazenamento de sementes de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n. 1, p. 37-42, 2007.
- LOPES, J.C.; PEREIRA, M.D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 146-150, 2005.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odesa: Plantarum, 1992, 382p.
- LUCENA, A.M.A. et al. Germinação de essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, João Pessoa, v. 4, n. 2, 2004.
- MAEDA, S. et al. Caracterização de substratos para produção de mudas de espécies florestais elaborados a partir de resíduos orgânicos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 54 p. 97-104, 2007.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2 p.176-177, 1962.
- MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z. 2004. 105p.
- MALUF, A.M.; PISCIOTTANO-EREIO, W.A. Secagem e armazenamento de sementes de Cambuci. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 7, p. 707-714, 2005.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 405p.
- MARTINS, C.C.; MACHADO, C.G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (*Leguminosae*)). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.32, n.4, p.633-639, 2008.
- MARTINS, L.; LAGO, A.A. Conservação de sementes de *Cidrela fissilis*: teor de água da sementes e temperatura do ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 30, n. 1, p. 161-167, 2008.
- MELCHIOR, S.J. et al. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 141-150, 2006.
- MELO, F.P.L. et al. recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, ARTMED, 2004. 243p.
- MELO, M.F.F.; VARELA, V.P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da amazônia. i. *Dinizia excelsa* ducke (angelimpedra). ii *Cedrelinga catenaeformis* ducke (cedrorana) - Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n 1, p.54-62, 2006.
- MEURER, E.J. Fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, 2007, 1017p.
- MORGADO, I.F. et al. Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.709-712, 2000.

- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.
- NAPPO, M.E.; GOMES, L.J.; CHAVES, M.M.F. Reflorestamento misto com essências florestais para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras**, Lavras, n. 30, p. 5-31, 2001.
- NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E.U. E.; CARVALHO, N. M. Germinação de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) submetidas a diferentes temperaturas e substratos. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 471-473, 2000.
- _____ et al. Temperatura e substrato para germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. (Leguminosae- Caesalpinoideae). **Revista de Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 7, n. 1, p. 119-129, 2003.
- NEGRELLE, R.R.B. et al. Tecnologia de produção de sementes de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss.-Celasteraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 76-81, 1999.
- NEVES, C.S.V.J. et al. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 897-905, 2005.
- NICOLOSO, F.T. et al. M. Recipientes e substratos na produção de mudas de *maytenus ilicifolia* e *apuleia leiocarpa*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, 2000.
- OLIVEIRA, A.K.M.; SCHLEDER, E.D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth e Hook. F. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 25-32, 2006a.
- OLIVEIRA, E.C. Morfologia de plântulas In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993, 175 p.
- OLIVEIRA, I.V.M; CAVALCANTE, I.H. L; MARTINS, A. B. G. Influência do substrato na emergência de plântulas de sapota preta. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n.4, p.383-386, 2006b.
- OLIVEIRA, L.M.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, M.L.M. Teste de germinação de *Peltophorum dudium* (Sprengel) Taubert – Fabaceae. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 545-551, 2008a.
- OLIVEIRA, R.B. et al. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento no campo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008b.
- OLIVIERA, R.P.; SCIVITTARO, W.B.; RADMANN, E.B. Procedimentos para armazenamento de sementes de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n. 3, p. 461-463, 2003.
- PACHECO, M.V. et al. Germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. em função de diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Forestalis**. n. 73, p. 19-25, 2007.
- PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Rio de Janeiro: EDUR 2004. (Seropédica)

PINTO, A.M.; INOQUE, M.T.; NOGUEIRA, A.C. Conservação e vigor de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Acta Amazônica**, v. 34, p. 233-236, 2004.

POPINIGS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985, 285p.

RAMOS, M.B.P.; FERRAZ, I.D.K. Estudos morfológico de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae-Mimosoidae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 227-235, 2008.

_____; VARELA, V.P.; MELO, M.F.F. Influência da temperatura e da água sobre a germinação de sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber EX DUCKE – Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 163-168, 2006.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 613p.

RODRIGUES, A.C.C. et al. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (vell.) brenan var. cebil (griseb.) altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 4, n. 8, p. 1-15, 2006.

SAMPAIO, E.V.S.B. et al. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 11p.

SANTOS, A.C.P. et al. Utilização de torta de filtro como substrato para a produção de mudas de hortaliças. **Colloquium Agrariae**, v. 1, n.2, p. 1-5, 2005b.

SANTOS, C.B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substrato na qualidade de mudas de *Cryptomeria japônica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SANTOS, D.L.; SUGAHARA V.Y.; TAKAKI, M. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand – Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 87-92, 2005a.

SANTOS, F.A.R.; et al. Apícolas. In: SAMPAIO, E.V.S.B. et al. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2004. p. 17.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 07-16, 2009.

_____; AGUIAR, I.B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs separadas pela coloração do tegumento. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 69, p. 77-836, 2005.

SCALON, S.P.Q. et al. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciência Agrotécnica : comunicado técnico**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 166-169, 2006.

SEVERINO, L.S. et al. Mineralização da torta de manona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 5, n. 1, 2004.

- SILVA, A.; FIGLIOLA, M.B.; AGUIAR, I.B. Secagem, extração e beneficiamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. **Sementes florestais tropicais**, Brasília, DF: ABRATES, 1993, 303p.
- _____; FIGLIOLA, M.B.; AGUIAR, I.B.; PERECIN, D. Liofilização e armazenamento de sementes de ipê-rosa (*Tabebuia heterophylla* (A. P. Candolle) Britton) – Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 252-259, 2001.
- SILVA, E.F.L. et al. Nodulação natural de leguminosas em solo de cerrado do estado do Piauí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 274-277, 2009.
- SILVA, L.L.; PAOLI, A.A.S. Morfologia e anatomia das sementes de *Esenbeckia grandiflora* Mart. (Rutaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. 1-06, 2006.
- SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscylus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (Faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 9-14, 2004.
- SMIDERLE, O.S.; MINAMI, K. Emergência e vigor de plântulas de goiabeira em diferentes substratos. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.6, n.1, p.38-45, 2001.
- SOUZA, C.A.M. et al. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.
- SOUZA, V.C.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A. Vigor sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.)Nich. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.29, n.6, p.833-841, 2005b.
- _____. et al. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 2, p. 98-108, 2005a.
- STOCKMAN, A.L. et al. Sementes de ipê-branco (*tabebuia roseo-alba* (ridl.) sand. – bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 29, n. 3, p. 139-143, 2007.
- STURION; J.A.; ANTUNES, B.M.A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo, 2000. p. 125-150.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre. Artmed, 2004. 719p.
- VARELA, V.P.; COSTA, S.S.; RAMOS, M.B.P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmitum nitens* (Vog.) Yakovlev) – Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazônica**, v. 35, p. 35-39, 2005.
- _____.; FERAZ, I.D.K.; CARNEIRO, N.B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.-Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 170-174, 1999.
- VILLELA, F.A.; PERES, W.B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 267p.