

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DE SEMENTES E PLÂNTULAS
E GERMINAÇÃO DE *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan**

**MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF SEEDS AND PLANTULES
AND *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan GERMINATION**

Silvia Sanielle Costa de Oliveira¹ João Correia de Araújo Neto²
Sihélio Júlio Silva Cruz¹ Vilma Marques Ferreira²

RESUMO

Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan é uma espécie arbórea, pertencente à família Leguminosae-Mimosoideae, sendo popularmente conhecida como angico-preto. Possui característica dos estádios iniciais da sucessão, ocorrência natural no Brasil, podendo formar agrupamentos quase homogêneos, com grande potencial na recuperação de áreas degradadas. O presente trabalho foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, objetivando a caracterização física e morfológica das sementes, descrição das diferentes fases do desenvolvimento pós-seminal, bem como avaliar diferentes condições de temperaturas e substratos para a realização do teste de germinação. As sementes foram extraídas manualmente, em seguida homogeneizadas, onde duas amostras de 50 sementes foram usadas para a determinação da umidade inicial. Uma outra amostra, composta por oito repetições de 100 sementes, foi utilizada para a medição biométrica e número de sementes por fruto. Na caracterização morfológica, as sementes foram imersas em água destilada para possibilitar os cortes, sendo as estruturas observadas em microscópio estereoscópio. No estudo pós-seminal, foram observados diariamente os processos de crescimento das plântulas em substrato rolo de papel-filtro e temperatura constante de 30 °C. Para avaliação do comportamento germinativo foram testadas as temperatura constantes de 15 °C, 25 °C, 30 °C, 40 °C e alternada de 20-30 °C, em substratos papel e areia, e foi avaliada a porcentagem, índice de velocidade de germinação e distribuição da frequência relativa, sendo os ensaios conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2 (temperatura x substrato) com quatro repetições de 25 sementes, sendo as médias comparadas pelo teste Duncan a 5 % de probabilidade de erro. Os frutos de angico-preto apresentam grande variação no número de sementes por fruto. O eixo embrionário ocupa parte da região central da semente com posição axial e linear. A germinação é do tipo epigea e as plântulas são fanerocotiledonares. A temperatura constante de 30 °C e o substrato papel-filtro proporcionaram maiores médias de porcentagem e velocidade de germinação.

Palavras-chave: biometria; angico-preto; espécie florestal.

ABSTRACT

Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan is a tree species belonging to the family Leguminosae-Mimosoideae which is popularly known as mimosa-black. It features characteristics of early successional, natural occurrence in Brazil and can form clusters almost homogeneous, with great potential in the recovery of degraded areas. This study was conducted at the Center for Agricultural Sciences, University Federal of Alagoas state, aiming at the physical and morphological characterization of seeds, describing the various stages of post-seminal development, and to evaluate various conditions of temperature and substrate to perform the test germination. The seeds were manually extracted, then homogenized, where two samples of 50 seeds were used to determine the initial moisture. Another sample, consisting of eight repetitions of 100 seeds was used to measure the biometry and the number of seeds per fruit. The morphological

1. Engenheiro Agrônomo, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agricultura do Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de São Paulo, Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu (SP). silviasanielle@fca.unesp.br

2. Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Alagoas, BR 104, Norte, Km 85, CEP 57100-000, Rio Largo (AL). jcanetto2@hotmail.com

Recebido para publicação em 14/02/2011 e aceito em 15/06/2011

characterization and the seeds were immersed in distilled water to allow the cuts to the observed structure in microscopes. In the post-seminal study, it was observed the daily processes of seedling growth in rolled paper filter and constant temperature of 30 °C. To assess the germination behavior, the constant temperatures of 15 °C, 25 °C, 30 °C, 40 °C and 20-30 °C as well as the paper and the sand substrates were tested and it was evaluated the percentage, the rate of germination, the relative frequency distribution, and the tests conducted in a randomized design in factorial 5 x 2 (x substrate temperature) with four replicates of 25 seeds, and the averages compared by Duncan 5 % probability. The fruits of black angico show great variation in the seed number per fruit. The embryonic axis occupies part of the central region of the seed with axial and linear positions. The germination is epigeal and the seedlings are fanerocotylar. The temperature determines the 30 °C and the filter paper substrate provided higher average percentage and germination rate.

Keywords: biometrics; mimosa-black; forest species.

INTRODUÇÃO

Os recursos florestais têm sofrido grande pressão, causada 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 o aumento do número de espécies florestais que estão na lista de plantas em extinção.

Os estudos morfométricos de sementes e plântulas contribuem melhorando o conhecimento acerca do processo reprodutivo das espécies vegetais (GUERRA et al., 2006), dessa forma, características relacionadas à semente e ao embrião constituem critérios bastante seguros para a identificação de família, gênero e, às vezes, da espécie, uma vez que tais estruturas são pouco modificadas pelo ambiente (BARROSO et al., 1999). Além disso, a descrição morfológica de plântulas é importante para facilitar pesquisas sobre bancos de sementes no solo (ARAÚJO NETO et al., 2002), bem como auxiliar na identificação de plantas de uma determinada região em estudo (AMARO et al., 2006).

Tais conhecimentos podem auxiliar na conservação da fauna e da flora (BETRALTI, 1994), servindo como subsídio para a produção de mudas (GUERRA et al., 2006), auxiliando também nos estudos ligados ao processo germinativo, testes de qualidade fisiológica de sementes, métodos de cultivo e manejo (BARROSO et al., 1999).

O uso de sementes de qualidade é de grande importância para a produção de mudas, sendo o teste de germinação, o principal meio utilizado para avaliação do potencial germinativo das mesmas

(MARCOS FILHO, 2005). O resultado deste teste é empregado para a determinação da taxa de semeadura, comparação do valor de lotes diferentes e comercialização, pois possibilita a obtenção de resultados comparáveis entre laboratórios.

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 (FERREIRA e BORGHETTI, 2004). Estes eventos sequenciais, 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 (FIGLIOLIA et al., 1993).

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), cuja resposta pode ser diretamente influenciada pelo substrato, em função da sua estrutura, capacidade de retenção de água, aeração, propensão à infestação por patógenos, podendo variar de um substrato para outro, favorecendo-a ou prejudicando-a (FIGLIOLA et al., 1993).

Anadenanthera macrocarpa da família Leguminosae-Mimosoideae, popularmente conhecida por angico-preto, distribui-se naturalmente em todos os estados do Nordeste (SANTOS et al., 2004), com exceção do estado do Ceará, podendo ser encontrada em diversos

biomas, como caatinga, florestas decíduas, Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal Mato-Grossense. É uma espécie decídua, heliófita, pioneira ou secundária inicial, de crescimento rápido, tolerando solos rasos, compactados (MAIA, 2004) e bem drenados, chegando a formar agrupamentos quase homogêneos (LORENZI, 1992). É bastante utilizada no paisagismo, pois, floresce exuberantemente todos os anos e as flores exalam excelente perfume, o que a torna uma espécie ornamental. De acordo com a utilização no setor civil e naval, esta espécie possui madeira de excelente qualidade e alta durabilidade.

Com todo esse potencial, existe uma escassez de trabalhos científicos, principalmente de ordem prática, referentes ao aspecto morfológico de sementes, plântulas e aspectos germinativos das sementes desta espécie. Em vista do exposto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar física e morfológicamente as sementes, descrever as diferentes fases do desenvolvimento pós-seminal, bem como avaliar diferentes condições de temperaturas e substratos para a realização do teste de germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Foram selecionadas 10 árvores matrizes de *Anadenanthera macrocarpa* em um povoamento natural, localizado no Município de Rio Largo (Alagoas), situado a 9°28'01"S, 35° 49'32"W e 141 m de altitude, no período de outubro a dezembro de 2008 foram colhidos 100 frutos de cada matriz com auxílio de tesoura aérea com cabo extensor, estes caracterizados pela coloração negra quando maduros.

Após a colheita, procedeu-se a extração manual das sementes e, em seguida, foram homogeneizadas, onde duas amostras de 50 sementes foram utilizadas para a determinação da umidade inicial realizado pelo método estufa a 105°C, conforme prescrito na Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Uma outra amostra, composta por oito repetições de 100 sementes, foi utilizada para a medição biométrica, sendo avaliados o comprimento, largura, espessura e o peso de mil sementes obtidos, conforme Brasil (2009) e o número de sementes por fruto foi realizado em uma amostragem de 800 frutos.

Para cada variável foram calculados a média, moda, mediana, amplitude total, desvio padrão e coeficiente de variação, segundo Banzatto e Kronka (1992) e a frequência relativa, segundo Labouriau e Valadares (1976).

A caracterização morfológica foi feita com base em Córner (1976) e Damiano Filho (1993), onde as sementes foram previamente imersas em água destilada por 24 horas para possibilitar os cortes longitudinal e transversal, sendo as estruturas observadas em microscópio estereoscópico. Para tanto, foram analisados: 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), sendo descritas e ilustradas as anormalidades ocorridas nas mesmas, durante o teste de germinação, o qual foi conduzido em substrato rolo de papel-filtro e temperatura constante de 30 °C.

Para avaliação do comportamento germinativo em função da temperatura e substrato, as sementes, após serem submetidas à assepsia, realizada com a imersão das mesmas em álcool 70 %, por um minuto, com posterior lavagem em água destilada, foram incubadas em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) com fotoperíodo de 12 horas de luz, regulados nas temperaturas constantes de 15 °C, 25 °C, 30 °C, 40 °C e alternada de 20-30 °C, utilizando os substratos areia de granulometria média e esterilizada em autoclave a 120 °C por 20 minutos e rolo de papel-filtro. O umedecimento do substrato areia foi realizado com 60 % da capacidade de campo em água e o substrato papel foi umedecido cerca de 2,5 vezes o seu peso seco (BRASIL, 2009). Na câmara de germinação, os rolos de papel permaneceram acondicionados em sacos plásticos fechados para evitar a desidratação e o substrato areia foi conduzido em caixas plásticas transparentes tipo *gerbox* sem tampa e também acondicionados em sacos plásticos fechados (COIMBRA et al., 2007) e semeadura realizada a 2 cm de profundidade.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada durante 30 dias pela porcentagem, índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1962) e distribuição da frequência relativa conforme Labouriau e Valadares (1976), tendo como critério as sementes que originaram todas as estruturas essenciais conforme prescrição das regras para análise de sementes (LABOURIAU, 1983 e

BRASIL, 2009), sendo os ensaios conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, fatorial 5 x 2 (temperatura x substrato) com quatro repetições de 25 sementes, e as médias comparadas pelo teste Duncan a 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 1). Pelos histogramas de frequência, constata-se que, no lote estudado, houve comportamento simétrico para o comprimento e espessura das sementes, indicando que a média, a moda e a mediana apresentaram o mesmo valor (Figura 1A e 1C). Para a largura das sementes houve assimetria negativa, com pequeno desvio para a direita do gráfico (Figura 1B). Com relação ao número de sementes viáveis, observou-se que cada fruto apresentou valor médio de 7,0 sementes (Tabela 1), variando de 1,0 a 17,0 sementes por fruto, assumindo distribuição assimétrica (Figura 1D).

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). Essa característica, associada à presença de dormência faz parte de uma estratégia apresentada pelas espécies pioneiras (MELO et al., 2004). Os mesmos autores

comentam que a produção de um grande número de sementes aumenta a possibilidade de algumas delas alcançarem um 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 1.000 sementes, recém-colhidas, foi, em média, 149,0 g com 22 % de grau de umidade, correspondendo a 6.701 sementes por quilograma. Tais resultados diferem dos encontrados por Lorenzi (1992), que foi de 7.600 sementes em um quilograma. Variação esta provavelmente ocorrida em função de 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 largo-ovoide a globosa, de tamanho irregular, superfície lisa e brilhante de coloração que varia de marrom a negra (Figura 2A), composta por dois cotilédones planos e foliáceos de coloração amarela. As sementes são exalbuminosa, com ausência de endosperma, o eixo

TABELA 1: Estatística descritiva para as variáveis comprimento, largura, espessura de sementes e número de sementes por fruto de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

TABLE 1: Descriptive statistics of length, width, thickness and number of seeds per fruit of *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

Parâmetros	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 %
CV (%)	8,5	11,3	18,2	43,6

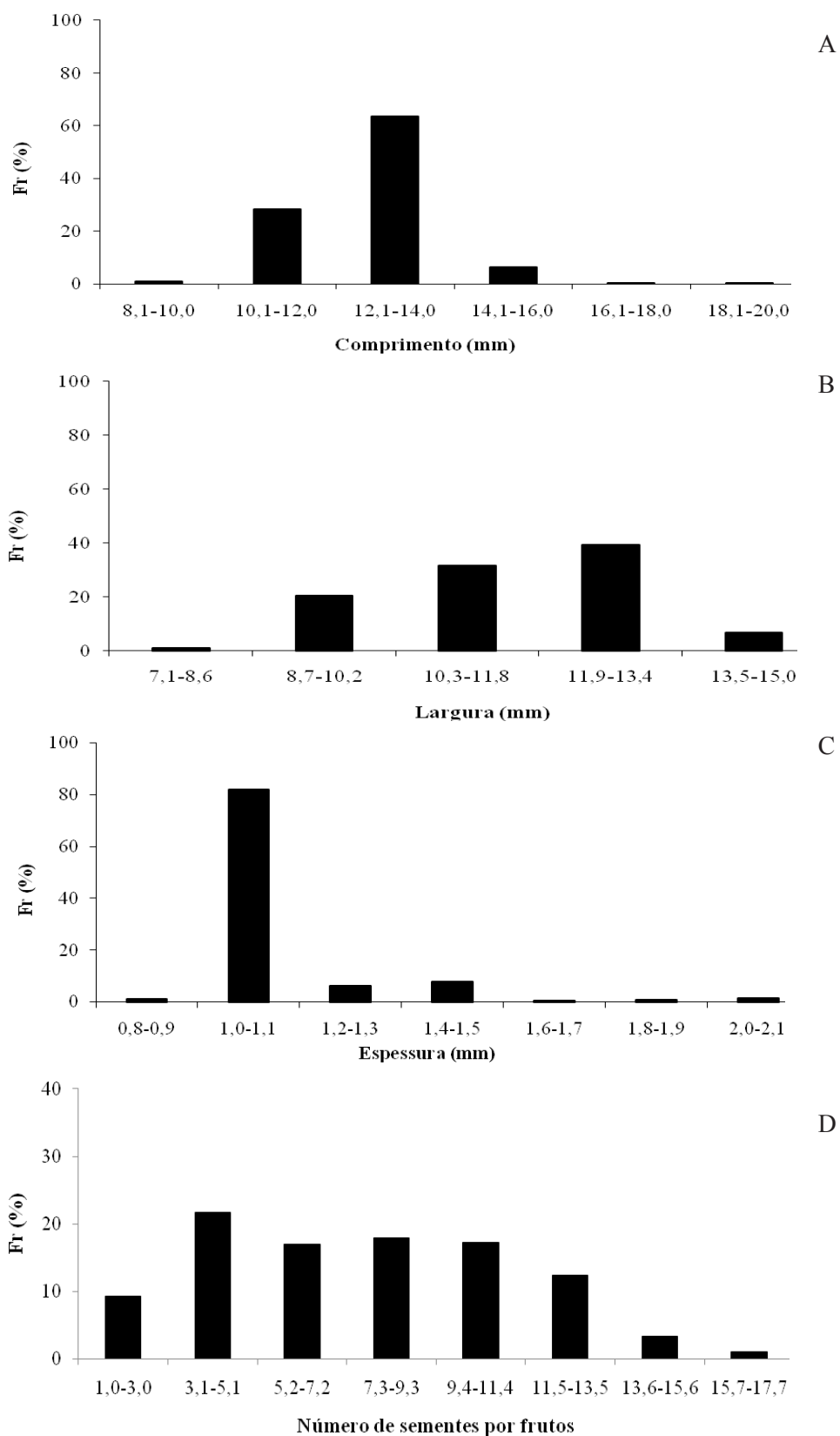


FIGURA 1: Distribuição da frequência relativa (Fr) para as variáveis comprimento (A), largura (B), espessura de sementes (C) e número de sementes por fruto (D) de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

FIGURE 1: Distribution of relative frequency (Fr) in length (A), width (B), thickness of seeds (C) and seed number per fruit (D) *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

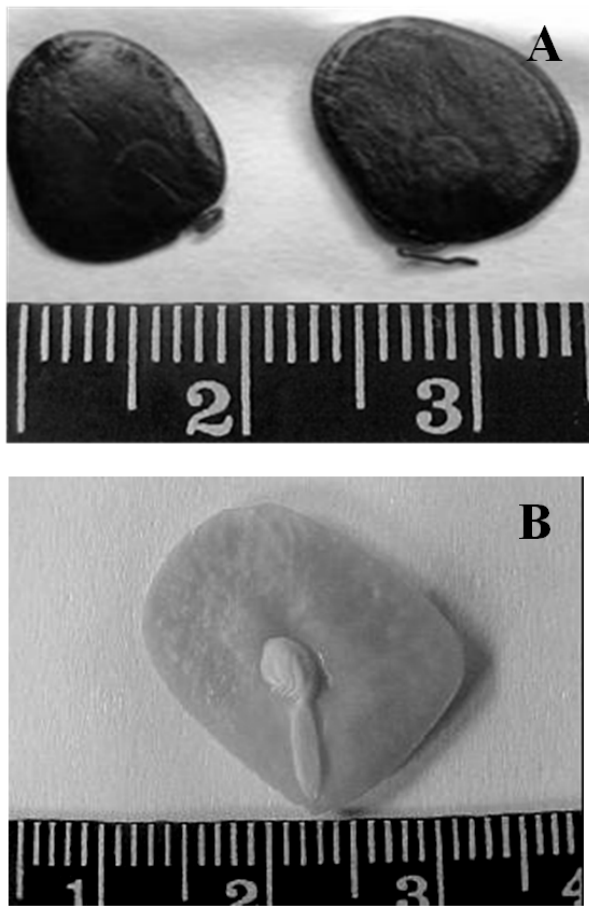


FIGURA 2: Caracterização física (A) e morfológica (B) das sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

FIGURE 2: Physical characterization (A) and morphological (B) seed *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

embrionário ocupando parte da região central da semente, posição axial e linear próximo à micrópila, em cuja extremidade superior observa-se a plúmula, com coloração semelhante a do 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.

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 apresentou com coloração amarelo-clara. Neste estágio de desenvolvimento, verificou-se o rompimento do tegumento e os cotilédones apresentaram uma coloração amarela mais intensa que a coloração apresentada pela raiz primária

(Figura 3B), que, após 72 horas, tornou-se verde-claro e totalmente despreendido do tegumento. A raiz primária, bastante alongada, apresentou, na porção mediana, uma coloração mais intensa que a extremidade final, que por sua vez mostrou-se bastante 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 região é um elemento de identificação nas plântulas, apresentando forma constante nas espécies em que ocorre.

Com cinco dias da sementeira, as plântulas normais apresentaram a raiz primária com 4,0 a 5,0 cm e hipocótilo com 2,5 a 3,5 cm de comprimento e epicótilo bastante desenvolvido com 1,0 a 2,0 cm de comprimento e o primeiro par de folhas com coloração verde-escura composta por vários folíolos (Figura 3D). As sementes apresentaram germinação do tipo epígea e a plântula fanerocotiledonar.

Como anormalidade, observou-se no teste de germinação, a presença de plântulas com hipocótilo retorcido e atrofiado com coloração amarela, raiz primária espessa e pouco alongada, com coloração marrom-escura e textura amolecida (Figura 3E), cotilédones necrosados e raiz primária completamente atrofiada e espessa com hipocótilo e eófilo pouco desenvolvidos (Figura 3F).

A ocorrência de plântula anormal pode ser consequência de fatores genéticos, ambientais e práticas de manejo; esses fatores acarretam a ausência, atrofia ou deformidades em seus órgãos vitais (raiz primária, hipocótilo e plúmula), que são difíceis ou impossíveis de serem superadas (MARTINS et al., 1999).

Com relação à germinação das sementes, constata-se efeito significativo da interação entre os fatores estudados para a porcentagem e índice de velocidade de germinação (Tabela 2 e 3). Observa-se que não houve diferença significativa entre as temperaturas testadas no substrato papel, ao passo que no substrato areia, a temperatura constante de 30 °C proporcionou maior porcentagem de germinação em comparação com as temperaturas de 25 ° e 20-30 °C, que não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 2). Não houve diferença significativa dos substratos testados na porcentagem de germinação, quando as sementes foram postas para germinar em temperatura constante de 30 °C, no entanto, as temperaturas de 25 °C e 20-30 °C proporcionaram germinabilidade inferior no substrato areia

(Tabela 2). Entre os substratos avaliados, o substrato areia proporcionou maior velocidade de germinação, quando as sementes foram incubadas à temperatura constante de 30°C (Tabela 3).

A temperatura exerce influência direta na porcentagem e velocidade de germinação,

favorecendo ou prejudicando principalmente a absorção de água pelas sementes e em todo o processo bioquímico e fisiológico (MARCOS FILHO, 2005). E, um dos motivos para a semente apresentar comportamento diferente em relação às temperaturas pode estar associado ao grupo

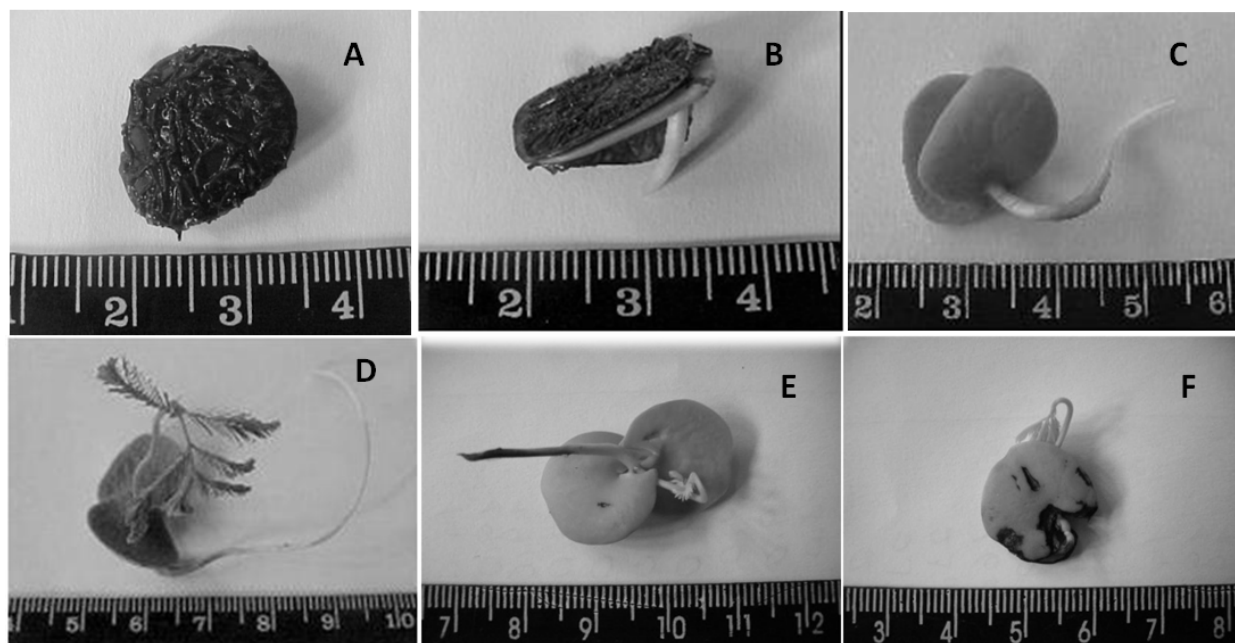


FIGURA 3: Desenvolvimento pós-seminal de plântulas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; (A) semente intumescida (B) emissão da radícula; (C) alongamento da raiz primária; (D) plântula normal e plântulas anormais com (E) parte aérea retorcida e atrofiada e (F) raiz primária atrofiada e cotilédones necrosados.

FIGURE 3: Post-germination development of seedlings of *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, (A) seed swollen (B) radicle protrusion, (C) primary root elongation, (D) seedlings with normal and abnormal seedlings (E) shoot twisted atrophied, and (F) primary root and stunted cotyledons necrosis.

TABELA 2: Porcentagem de germinação de sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

TABLE 2: Percentage of germination of *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan subjected to different substrates and temperatures.

SUBSTRATOS	TEMPERATURA (C°)				
	15	25	30	40	20-30
Papel	—	74,0 Aa	75,0 Aa	—	76,0 Aa
Areia	—	46,7 Bb	78,0 Aa	—	43,0 Bb
Valor de "F" para substratos (S)					68,50*
Valor de "F" para temperatura (T)					18,82*
Valor de "F" para interação (S X T)					13,02*
CV (%)					9,5

Em que: Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 %; * = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

TABELA 3: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. submetidas a diferentes substratos e temperaturas.

TABLE 3: Germination speed index (GSI) of seed *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. subjected to different substrates and temperatures.

SUBSTRATOS	TEMPERATURA (C°)				
	15	25	30	40	20-30
Papel	—	1,85 Aa	0,92 Bb	—	1,72 Aa
Areia	—	0,92 Cb	2,25 Aa	—	1,37 Ba
Valor de "F" para substratos (S)					0,03*
Valor de "F" para temperatura (T)					1,19*
Valor de "F" para interação (S X T)					36,08*
CV (%)					18,5

Em que: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 %; * = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

ecológico a qual pertence (FERREIRA et al. 2007). Esse desempenho germinativo, relativamente superior no substrato areia, em comparação ao substrato papel pode ser atribuído à adaptação e ocorrência da espécie em locais com solo arenoso (ARRUDA et al., 2004) e bem drenados (LORENZI, 1992).

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.

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 4). 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 sob temperatura constante de 30°C apresentaram maior número de sementes germinadas independente do substrato (Figura 4).

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. Ao passo que as sementes sob temperatura constante de 40°C, cinco dias após a semeadura apresentaram deterioração de suas partes, indicada pela consistência amolecida do tegumento e cotilédones e pelo forte odor e coloração escura do substrato devido à alta proliferação de fungos. Resultados semelhantes foram observados por Araújo Neto et al. (2002) em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam., onde os autores verificaram aspecto deteriorado nas sementes quando incubadas na temperatura de 40°C, comprovado pelo aspecto escurecido do tegumento e extravasamento de substâncias de odor desagradável no substrato e aspecto sadio, porém, sem germinação, quando as sementes eram incubadas em baixas temperaturas. Para Garcia et al., (2004) essa deterioração, resultante da temperatura elevada pode ser consequência do aumento na movimentação das moléculas, deixando as ligações químicas mais frágeis e a membrana celular mais fluida, provocando desorganização do sistema enzimático, com desnaturação de proteínas e desestruturação do sistema de membranas celulares reduzindo sua seletividade.

Pimentel (2004) comenta que baixas temperaturas podem vir a aumentar a rigidez da membrana e também alterar a viscosidade da água, ocasionando dessa forma um dispêndio maior em energia de ativação necessária para realizar os processos bioquímicos durante o processo germinativo (LARCHER, 2000). Em algumas espécies verifica-se que temperaturas baixas

podem atuar bloqueando os processos metabólicos, assim como foi observado por Araújo Neto et al. (2002) em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam., cujas sementes apresentaram taxa de germinação extremamente baixa sob temperaturas de 10 e 15 °C. No entanto, em outras espécies podem proporcionar porcentagem de germinação alta, como observado por Câmara et al. (2008) em sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.

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 próximo à micrópila.

As sementes de angico-preto são exalbuminosas, a germinação das sementes é do

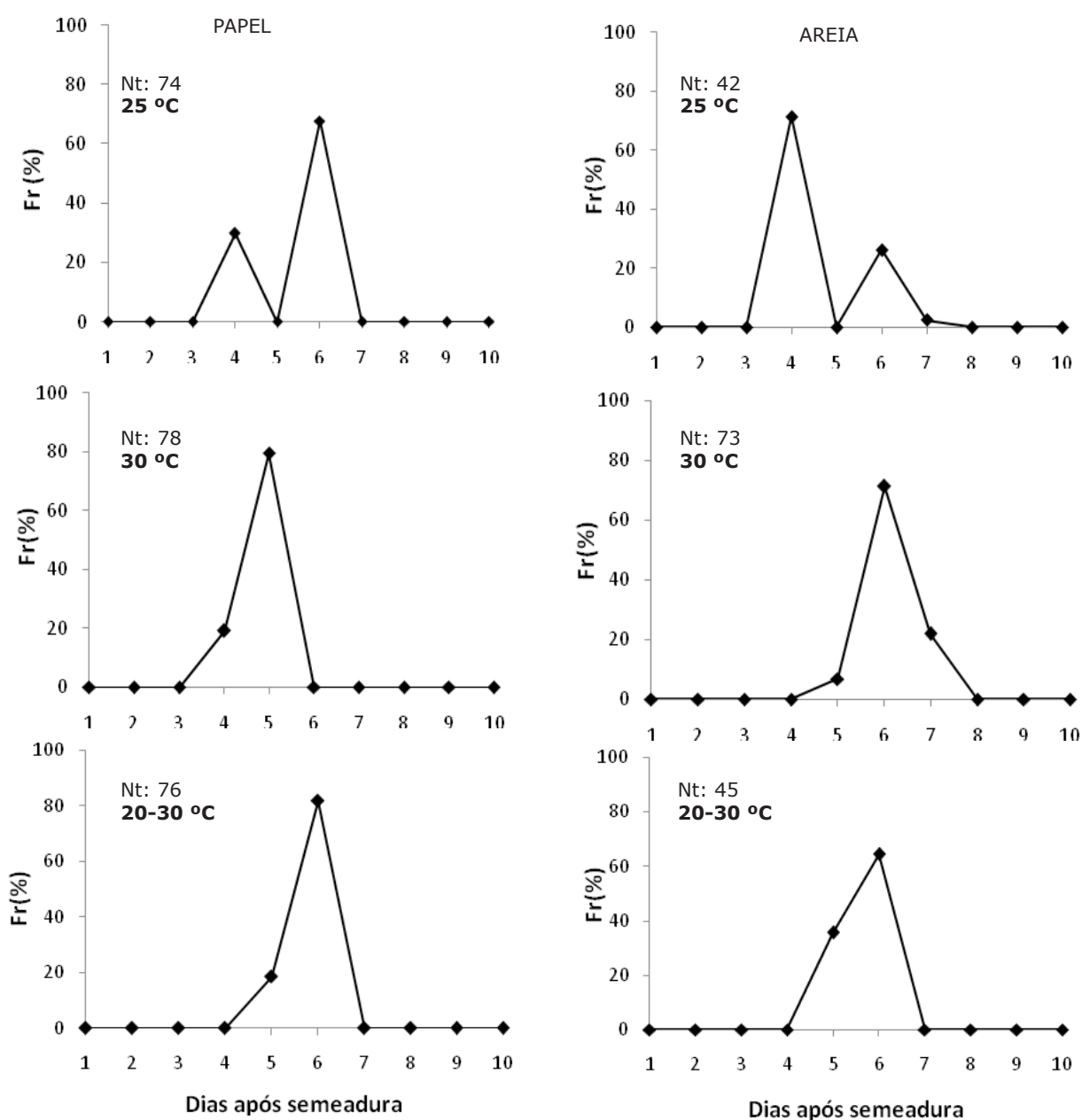


FIGURA 4: Polígonos de frequência relativa (Fr) da germinação de sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em função de diferentes temperaturas e substratos. Nt = número total de sementes germinadas.

FIGURE 4: Polygons of relative frequency (Rf) of seed germination *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan for different temperatures and substrates. Nt = total number of germinated seeds.

tipo epígea e as plântulas fanerocotiledonares.

A plântula está completamente formada com apenas cinco dias.

A temperatura constante de 30°C e o substrato areia proporcionaram maiores médias de porcentagem e velocidade de germinação de angico-preto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- AMARO, M. S. et al. Morfologia de frutos, sementes e de plântulas da janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. – Apocynaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 1, p. 63-71, abr. 2006.
- 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, set./dez. 2002.
- ARRUDA, F. P. et al. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, jan./abr. 2004.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 246 p.
- BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999, 433 p.
- BETRALTI, C. M. Morfologia de plântulas e sementes In: CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, ÁREA DE BIOLOGIA VEGETAL. Apostila, Rio Claro: UNESP, 1994, 112 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009, 395 p.
- CÂMARA, 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, jul./set. 2008.
- 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**, Londrina, v. 29, n.1, p. 92-97, abr. 2007.
- CÓRNER, E. J. H. **The seeds of dicotyledons**. Cambridge: University Press, 1976. 311 p. v. 1.
- DALLING, J. W. et al. Seed dispersal, seedling establishment and gap partitioning among tropical pioneer trees. **Journal of Ecology**, n. 86, p. 674-689, 1998.
- DAMIÃO FILHO, C. F. **Morfologia e anatomia de sementes**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, Apostila, 1993. 145 p.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. B. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 323 p.
- FERREIRA, C. A. R.; FIGLIOLA, M. B.; ROBERTO, L. P. C. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Calophyllum brasiliensis* Camb. **Revista do Instituto Florestal e IF Série Registros**, 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: ABRATES, 1993, 275 p.
- GARCIA, D. C. et al. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, mar./abr. 2004.
- GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 322-328, 2006.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação da semente**. Washington: Secretaria Geral da O. E. A., 1983. 173 p.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000, 531 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odesa: Plantarum, 1992, 382 p.
- 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. 105 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Efeito da posição da sementes no substrato e no crescimento inicial nas plântulas de palmito-

- vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes - Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 164-173, 1999.
- 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. 243 p.
- OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993, 175 p.
- PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004, 192 p.
- 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, ago. 2006.
- 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.
- 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**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 139-143, 2007.