



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**CRESCIMENTO INICIAL E MORFOLOGIA FOLIAR EM PLANTAS DE
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong. E *Erythrina velutina* Mart. ex Benth, SOB
ESTRESSE HÍDRICO.**

**MESTRANDO: SEBASTIÃO GILTON DANTAS
ORIENTADOR: PROF. DR. SIDNEY CARLOS PRAXEDES**

**MACAIBA/RN
MARÇO/2014**

SEBASTIÃO GILTON DANTAS

CRESCIMENTO INICIAL E MORFOLOGIA FOLIAR EM PLANTAS DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. E *Erythrina velutina* Mart. ex Benth, SOB ESTRESSE HÍDRICO.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

ORIENTADOR: PROF. DR. SIDNEY CARLOS PRAXEDES

MACAIBA/RN

MARÇO/2014

Divisão de Serviços Técnicos
Catalogação da Publicação na Fonte.
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba
Biblioteca Setorial Professor Rodolfo Helinski

Dantas, Sebastião Gilton.

Crescimento inicial e morfologia foliar em plantas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. E *Erythrina velutina* Mart. ex Benth, sob estresse hídrico / Sebastião Gilton Dantas. - Macaíba, RN, 2014.

39 f.

Orientador (a): Prof. Dr. Sidney Carlos Praxedes

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba. Programa de Pós- Graduação em Ciências Florestais.

1. Caatinga - Dissertação. 2. Plasticidade Fenotípica - Dissertação. 3. Mulungu - Dissertação. 4. Tamboril – Dissertação. I. Praxedes, Sidney Carlos. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba. IV. Título.

RN/UFRN/BSPRH

CDU: 581.526.5

À parte que me completa,
Ângela,
esposa amorosa,
doce e dedicada,
que motiva continuamente na construção do SER GENTE,
fazer acontecer a vida plena de felicidade.

Aos orgulhos da minha vida,
meus filhos:
Flavinha, Aninha e Paulinho,
que geram dentro de mim um turbilhão de amor e paz
pelo milagre de fazer a vida acontecer.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, Fonte de vida, pelas bênçãos a mim concedidas e pela oportunidade de viver.

Aos meus pais, Antonio e Ana, pelo esforço de construir uma família harmoniosa, com nove filhos lutadores da justiça e da felicidade.

À minha esposa Ângela e meus filhos Paulinho, Aninha e Flavinha, pela paciência e compreensão pelas ausências e irritações em vários momentos durante o curso.

Ao meu orientador Sidney, pela sua presença contagiante de paz, paciência, humildade e sabedoria. Um nobre mestre e amigo.

Aos meus irmãos: Socorro, Calazans, Valmir, Graças, Guia, Tonheca (*in memoria*), Goba e Nêgo, por serem incansáveis na busca pela paz na família.

Aos meus amigos, em especial ao irmão de coração, Henrique, e por todos os demais amigos que me fortalecem com sua presença.

Aos sobrinhos, em nome de Sheyla, Aninha, Rose, Anchella, Mará, Mariana, Katiane e Ana Luiza agradeço a todos os meus sobrinhos que fortalecem com alegria toda a família.

Aos colegas de curso, imprescindíveis na motivação e força para conseguirmos juntos este momento.

Aos professores, que foram incansáveis na transmissão do fazer ser profissional e ser humano.

Aos estudantes de graduação em Engenharia Florestal da UFRN: Danielle, Jéssica e Wildemar, por ter contribuído com empenho no andamento do experimento.

Ao IFRN, que possibilitou o acontecimento deste marco na minha vida.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta realização.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	III
AGRADECIMENTOS	IV
SUMÁRIO	V
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS	IX
1. RESUMO	10
2. ABSTRACT	11
3. INTRODUÇÃO	12
3.1 Introdução geral	12
3.2 Caracterização da Caatinga	14
3.3 <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	15
3.4 <i>Erythrina velutina</i> Mart. ex Benth	16
3.5 Estresse hídrico	16
3.6 Plasticidade fenotípica	18
4. OBJETIVOS	20
4.1 Geral	20
4.2 Específicos	20
5. MATERIAL E MÉTODOS	21
5.1 Coleta de sementes e montagem do experimento	21
5.2 Coleta de plântulas e determinação do crescimento	22
5.3 Determinação da partição de biomassa	23
5.4 Delineamento experimental e estatístico	24
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
6.1 Crescimento	25
6.1.1 Comprimento da parte aérea (CPA)	25
6.1.2 Comprimento da maior raiz (CMR)	25
6.1.3 Fitomassa seca total (FST)	27
6.1.4 Número de folhas, folíolos e área foliar (AF)	27
6.2 Partição de biomassa	30
6.2.1 Fração de área foliar (FAF)	30
6.2.2 Fração de massa foliar (FMF), fração de massa radicular (FMR) e fração de	

	massa caulinar (FMC)	32
6.3	Morfologia das folhas	33
7.	CONCLUSÕES	37
8.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	38

LISTA DE FIGURAS

FIG. 1	Fotos de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. (A) e <i>Erythrina velutina</i> Mart. ex Benth (B), para serem analisadas no software Image J.	23
FIG. 2	Comprimento da parte aérea (CPA) (A, B), comprimento da maior raiz (CMR) (C, D) e fitomassa seca total (FST) (E, F) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. (Tamboril) e <i>Erythrina velutina</i> Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste <i>t</i> de Student a 5% de probabilidade.	26
FIG. 3	Número de folhas (A, B), número de folíolos (C, D) e área foliar (AF) (E, F) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. (Tamboril) e <i>Erythrina velutina</i> Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste <i>t</i> de Student a 5% de probabilidade.	28
FIG. 4	Fração de massa foliar (FMF) (A, B), fração de massa radicular (FMR) (C, D) e fração de massa caulinar (FMC) (E,F) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. (Tamboril) e <i>Erythrina velutina</i> Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste <i>t</i> de Student a 5% de probabilidade.	31
FIG. 5	Área foliar média (AFm) (A, B), área dos folíolos (AFol) (C, D) e área foliar específica (AFE) (E, F) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. (Tamboril) e <i>Erythrina velutina</i> Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste <i>t</i> de Student a 5% de probabilidade.	34
FIG. 6	Índice foliar (IF) (A, B), índice de dissecação foliar (ID) (C, D) e forma foliar (FF) (E, F) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. (Tamboril) e <i>Erythrina velutina</i> Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste <i>t</i> de Student a 5% de probabilidade.	35

LISTA DE TABELAS

TAB. 1	Análise de fertilidade do solo na proximidade do açude de Jundiá (Macaíba/RN) em 09/08/2012. Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta. EMPARN.	21
---------------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

AF - Área foliar

AFE - Área foliar específica

AFm - Área foliar média

AFol - Área dos folíolos

CMR - Comprimento da maior raiz

CPA - Comprimento da parte aérea

DIT - Dias do início dos tratamentos

FAF - Fração de área foliar

FF - Forma foliar

FMC - Fração de massa caulinar

FMF - Fração de massa foliar

FMR - Fração de massa radicular

FST- Fitomassa seca total

ID - Índice de dissecação foliar

IF - Índice foliar

UAECIA – Unidade Acadêmica Especializada Em Ciências Agrárias

1. RESUMO

A Caatinga é o tipo vegetacional predominante no semiárido do Brasil, onde muitos habitantes dependem do extrativismo para sobrevivência, obtendo recursos para: alimentação humana e animal, medicina popular, produção madeireira, etc. É o ecossistema seco com maior densidade populacional no mundo. Os estádios iniciais de desenvolvimento são os mais críticos durante o ciclo de vida de um vegetal, sendo primordiais para seu estabelecimento em ambientes sujeitos a estresse hídrico. Informações, sobre adaptações do crescimento das espécies, correlacionadas com estudos de sua distribuição no Seridó Oriental potiguar, são importantes do ponto de vista ecológico e econômico, pois fornecem subsídios para o desenvolvimento de técnicas de cultivo, para programas de exploração sustentável e de recuperação de áreas degradadas. Este trabalho teve por objetivo estudar o crescimento inicial e a morfologia foliar em plantas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (tamboril) e *Erythrina velutina* Mart. ex Benth (mulungu), espécies de ocorrência na Caatinga, sob estresse hídrico. Após a sementeira e emergência, as plântulas foram submetidas a três regimes hídricos: 450 (controle), 225 (estresse moderado) e 112,5 (estresse severo) mm de lâmina de água por 40 dias. A sementeira ocorreu em sacos de 5 kg e após o estabelecimento das plântulas, foi realizado desbaste deixando uma plântula por saco. No início as regas ocorreram diariamente com água destilada, passando a serem em dias alternados após o desbaste. Vinte e quarenta dias após o desbaste foram realizadas coletas de plântulas para serem feitas análises de crescimento e partição de biomassa. Quando comparadas ao grupo controle, os tratamentos com estresse hídrico apresentaram redução no crescimento da parte aérea, crescimento da maior raiz, fitomassa seca total, número de folhas e folíolos e área foliar em ambas as espécies, sendo que em geral, este efeito foi mais marcante para *E. velutina*. Quanto à partição de biomassa, ocorreram poucas alterações ao longo do experimento. As alterações morfológicas nas folhas em função do estresse não foram significativas, porém, houve uma tendência, em ambas as espécies, de produção de folhas mais estreitas, que facilitam a perda de calor para o meio. Não foi possível estabelecer uma relação positiva entre inibição do crescimento e distribuição das espécies, visto que *E. velutina* é espécie de ocorrência mais comum no Seridó Oriental. Desta forma, outros aspectos devem ser levados em consideração ao se estudar a adaptação das espécies a ambientes secos, tais como: salinidade, presença de metais pesados, velocidade do vento, etc.

Palavras-chave: Caatinga, plasticidade fenotípica, mulungu, tamboril.

2. ABSTRACT

The Caatinga is the predominant vegetation type in semi-arid region of Brazil, where many inhabitants depend on hunting and gathering for survival, obtaining resources for: food and feed, folk medicine, timber production, etc. It's the dry ecosystem with highest population density in the world. The early stages of development are the most critical during the life cycle of a flowering plant and they're primordial to its establishment in environments exposed to water stress. Information about adjustments to the growth of the species, correlated with their studies of distribution in Seridó oriental potiguar, are an important ecological and economic standpoint, because they provide subsidies for the development of cultivation techniques, to programs of sustainable use and recovery of degraded areas. This thesis aimed to study the initial growth and foliar morphology in plants like *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (tamboril) and *Erythrina velutina* Mart. ex Benth (mulungu), species of occurrence in the Caatinga, under water stress. After sowing and emergency, the seedlings were exposed to three water regimes: 450 (control), 225 (moderate stress) and 112.5 (severe stress) mm of water slide for 40 days. Seeding occurred in bags of 5 kg and after the establishment of seedlings thinning was carried out leaving a plantlet per bag. At the beginning the waterings occurred daily with distilled water, passing to be on alternate days after thinning. Twenty and forty days after the thinning seedlings collections were held to be done analysis of growth and biomass partition. When compared to the control group, the treatments with water stress showed reduction in the growth of the aerial part, growth of the greater root, number of leaves and leaflets, dry leaf area and total phytomass in both species, but in general, this effect was most marked for *E. velutina*. Regarding the partition of biomass, there were few changes throughout the experiment. Morphological changes in the leaves as a function of stress were not significant, however, there was a trend, in both species, to produce narrower leaves, that facilitate heat loss to the environment. It has not been possible to establish a positive relationship between inhibition of growth and distribution of species, whereas *E. velutina* is a species of most common occurrence in Seridó oriental potiguar. In this way, other aspects should be taken into account when studying the adaptation of species the dry environments, such as salinity, presence of heavy metals, wind speed, etc.

Keywords: Caatinga, phenotypic plasticity, mulungu, tamboril.

3. INTRODUÇÃO

3.1. Introdução geral

A região semiárida do Nordeste brasileiro, ocupa cerca de 11% do território nacional, sendo a Caatinga o tipo vegetacional que a caracteriza (RIZZINI, 1997). A Caatinga é um tipo de Floresta Tropical Seca (PENNINGTON *et al.*, 2004), com características peculiares quanto ao clima e biodiversidade. Ocupa uma área de 969.589,4 km² (SAMPAIO *et al.*, 2002; Ministério da Integração Nacional, 2005), compreendida entre os paralelos de 2° 54' S a 17° 21' S abrangendo parte dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (PRADO, 2003; ANDRADE *et al.*, 2005).

Nessa região, vivem cerca de 22 milhões de pessoas, que representam 11,8% da população brasileira, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010. É o Semiárido mais populoso do planeta, apesar disto, tem o menor número de trabalhos de pesquisa produzidos e menor área protegida dentre todos os biomas brasileiros (LEAL *et al.*, 2005).

Apresenta uma vegetação típica, resistente à escassez de água, mas que não resiste à ação antrópica devastadora há vários séculos, como as atividades não sistematizadas da pecuária extensiva, agricultura nas partes mais úmidas, retirada de lenha e madeira e outros fins de menor interesse socioeconômico. Este tipo de exploração em ambiente pouco conhecido e complexo poderá levá-lo a um processo irreversível de degradação (SANTANA; SOUTO, 2006).

A região semiárida brasileira apresenta longos períodos de seca e temperaturas elevadas, ambos, fatores limitantes para o desenvolvimento das plantas (FARIAS, 2008). Inserido nesta área, está a microrregião do Seridó oriental potiguar, é uma das dezenove microrregiões do estado brasileiro do Rio Grande do Norte pertencente à mesorregião Central Potiguar. Sua população em 2010 pelo IBGE foi de 117.800 habitantes e está dividida em dez municípios. Possui uma área total de 3.777,267 km².

O aumento da temperatura decorrente do aquecimento global tem provocado graves mudanças climáticas, principalmente em relação à distribuição das chuvas em regiões de clima úmido e em regiões conhecidas pela escassez de água (ASSAD; PELLEGRINO, 2007).

As espécies presentes nesta vegetação exibem populações com grandes variações de abundância populacional. Tais variações indicam diferenças na eficácia biológica das espécies, diante do conjunto de condições disponíveis à sobrevivência individual, e têm um

importante significado para identificação de estratégias de ajuste e de fatores chaves limitantes ao estabelecimento (ANDRADE, 2000; ARAÚJO, 2007; ARAÚJO *et al.*, 2008). A evolução de mecanismos adaptativos vegetais a um conjunto especial de condições ambientais geralmente envolvem processos que permitem a evitação dos efeitos potencialmente danosos dessas condições. (TAIZ; ZEIGER, 2013).

É necessário conviver com esta realidade e uma alternativa é pesquisar a exploração sustentável das espécies florestais da região. No entanto, apesar de estudos com espécies de ocorrência na Caatinga, como: Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico; Desenvolvimento inicial de plantas de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) submetidas ao estresse hídrico, ainda existe muito a ser realizado em relação a mecanismos de adaptação aos estresses ambientais, nas diversas espécies de importância econômica e ecológica para a este ambiente. Precisa-se de uma caracterização detalhada de como as plantas se adaptam aos vários estresses ambientais, entre eles à limitação hídrica. Nas últimas décadas vem se intensificando na Caatinga estudos ecofisiológicos da germinação e do crescimento em condições de laboratório, casa de vegetação e *in loco* (BARBOSA; PRADO, 1991; GAMA, 1992; BARROS; BARBOSA, 1995; BARBOSA *et al.*, 2000).

A partir de uma melhor caracterização dos mecanismos fisiológicos e anatômicos relacionados à adaptação à seca e distribuição das espécies, projetos de manejo sustentável, de recuperação de áreas degradadas, de melhoramento e de introdução de espécies exóticas, poderão ser executados de forma mais racional.

A disponibilidade hídrica é um dos importantes fatores ambientais capaz de influenciar o processo de germinação de sementes e o estabelecimento das plântulas, visto que os vegetais são geralmente mais sensíveis ao déficit hídrico nas fases iniciais do desenvolvimento (BLAKE, 1993; BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998). No contexto das mudanças climáticas, a adaptação das plantações perenes à restrição de água tornou-se uma constante preocupação para a produtividade de frutos e madeira (KUMP, 2002). Essa adaptação depende do nível de diversidade genética de populações naturais e melhoradas, assim como sua plasticidade (SULTAN, 2000; SCHLICHTING e SMITH, 2002).

Algumas espécies são de ocorrência frequente no Seridó oriental potiguar como a *Erythrina velutina* Mart. ex Benth (mulungu), enquanto outras são mais escassas, como o *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (tamboril). O estudo de ambas poderá auxiliar nas características morfofisiológicas que possam estar vinculadas à melhor adaptação ao estresse hídrico.

A *E. velutina* é uma planta decídua e heliófita, característica de várzeas úmidas e margens de rios da Caatinga da região semiárida do Nordeste brasileiro. Sua madeira leve apresenta diversas aplicações, desde o uso na confecção de tamanco, jangadas e caixotaria à utilização de moirões para cercas. Segundo Lima (1989), esta árvore é comumente encontrada na arborização e em jardins e parque de cidades do Nordeste brasileiro.

Nativa nas formações florestais, especialmente do domínio de Mata Atlântica, o *E. contortisiliquum* é encontrado também em formações de Cerrado do Brasil Central. Na região Nordeste, ocorre na zona do Agreste e na Caatinga (MESQUITA, 1990). Trata-se de uma espécie heliófila, pouco exigente quanto às características do solo, e de crescimento rápido, sendo empregada, por isso, em florestamentos e reflorestamentos, atendendo a inúmeros objetivos que envolvem do paisagismo à recuperação de áreas degradadas. A madeira é leve e, por isso, pode ser aproveitada na fabricação de brinquedos, peças de artesanato, canoas, telhados, embalagens e caixotes (MAINIERI; CHIMELO, 1989).

3.2. Caracterização da Caatinga

A Caatinga é o bioma predominante na região semiárida do Nordeste brasileiro, com índices pluviométricos que variam de 150 a 1300 mm anuais, com média de 700 mm e temperatura média em torno de 28°C que variam de 8°C a 40°C. Há predominância de vento seco, que contribui para a aridez da paisagem nos meses de seca (RODAL; SAMPAIO, 2002).

Caracterizada como floresta arbórea ou arbustiva, a Caatinga é composta de árvores e arbustos baixos com algumas características xerofíticas. A distribuição da vegetação é influenciada pelo gradiente climático, seguindo-se a diminuição na média pluviométrica do litoral em direção ao interior do continente, onde a vegetação perde em altura e ganha em espécies decíduas e sua fisionomia toma contornos de floresta seca (VICENTE; SANTOS; TABARELLI, 2005). Embora o aspecto fitofisionômico predominante da região seja a Caatinga, há a ocorrência de outros tipos vegetacionais como matas ciliares, matas estacionais, cerrados, tabuleiros e campos rupestres (BARBOSA; GUSMÃO; BARBOSA, 2008).

Devido à irregularidade das chuvas, é comum ocorrer deficiência hídrica no solo, o que pode exercer influencia negativa na produtividade das plantas, dependendo da duração da seca, da fase de desenvolvimento, das características genéticas, da qualidade do solo e dos fatores climáticos (KUDREV, 1994; SANTOS; CARLESSO, 1998; LARCHER, 2000).

As ameaças à conservação da Caatinga devem-se à prática de atividades como contínuos desmatamentos para estabelecer pastagens e utilização de técnicas de irrigação inadequadas. Essas práticas intensificam a desertificação, o assoreamento dos rios e aceleram ainda mais o desgaste do solo (LEAL *et al.*, 2005). Esse tipo de exploração em um ambiente ainda pouco estudado e complexo poderá levar o mesmo a um processo irreversível de degradação (SANTANA; SOUTO, 2006). Alguns autores (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2002; ALBUQUERQUE; LUCENA, 2004) alertam que as populações distribuídas dentro deste bioma, na maioria, dependem diretamente dos recursos vegetais disponíveis para o seu sustento.

3.3. *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Pertencente à Família Fabaceae e subfamília Mimosoideae, baseado no The Angiosperm Phylogeny Group (APG) II, 2003. Popularmente conhecida por tamboril, orelha-de-macaco, orelha-de-negro, tambori, timbaúba, timbó, tambaré, timbaúva, ximbó e pacará (LORENZI, 2002). Planta que tem altura variando de 20 a 35 m, tronco cilíndrico, folhas compostas e bipinadas. Nativa da América do Sul é encontrada em todo país, mas principalmente nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Paraná (LORENZI, 2002).

Sua exploração intensiva para utilização em serrarias, móveis e mesmo construção civil, tem contribuído para a diminuição das populações naturais. Sua multiplicação por sementes é lenta e desuniforme devido seu mecanismo de dormência presente no tegumento (ALCALAY; AMARAL, 1982).

Própria para a fabricação de barcos e de canoas de tronco inteiro, brinquedos, compensados, armações de móveis, miolo de portais, e caixotaria em geral, pois é de fácil manejo e acabamento (LORENZI, 2002). Recomendada para reflorestamento de áreas degradadas, de preservação permanente e para plantios mistos, principalmente pelo seu rápido crescimento inicial em vários tipos de solo, podendo chegar a mais de 4 m em dois anos (ARAUJO; SOBRINHO, 2011). Na região Nordeste é descrita como tóxica para o sistema digestivo de ruminantes, como bovinos e caprinos (TOKARNIA *et al.*, 1999, BENÍCIO *et al.*, 2007).

As sementes apresentam dormência e a propagação é lenta e desuniforme (EIRA *et al.*, 1993).

3.4. *Erythrina velutina* Mart. ex Benth

Pertencente à família Fabaceae e subfamília Faboideae (Papilionoideae), baseado no The Angiosperm Phylogeny Group (APG) II, 2003. Popularmente denominada de mulungu, suinã, canivete ou corticeira. Atualmente há mais de 130 espécies de *Erythrina* das quais em torno de 70 são nativas das Américas (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

É uma árvore que mede de 6 a 10 m de altura com tronco de 40 a 70 cm de diâmetro, sendo recomendada em plantios mistos para recuperação de áreas degradadas (DANTAS *et al.*, 2004). Folhas trifoliadas, pecíolo de 13 - 15 milímetros; folíolos largos, decíduos durante a floração; raques compridas, armada de acúleos (EPAMIG, 1993). As flores vermelhas são bonitas e usadas no paisagismo urbano. O fruto é do tipo folículo. A madeira é utilizada na fabricação de tamancos, brinquedos, engradados e jangadas (CARDOSO *et al.*, 2008). Esta heliófita decídua habita comumente várzeas da região semi árida do Nordeste brasileiro.

Pode ser encontrada em outros estados como Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo no Sudeste do Brasil (LORENZI, 2002), e também em outros países como as Antilhas, Venezuela, norte da Colômbia, Equador e Peru (CARDOSO *et al.*, 2008).

É geralmente usada pela população para tratar insônia e outras doenças do sistema nervoso central (VANCOCELOS *et al.*, 2003). Muitos estudos recentes com esta espécie, demonstram o valor terapêutico para o organismo com efeitos sedativo, antiolítico (DANTAS *et al.*, 2004; RAUPP *et al.*, 2008), antinociceptivo e atividades anticonvulsantes (MARCHIORO *et al.*, 2005; VASCONCELOS *et al.*, 2007).

E. velutina é propagada normalmente por sementes e já foi demonstrado que as sementes apresentam dormência tegumentar (SILVA *et al.*, 2006). Na propagação por estacas semilenhosas procedentes de brotações de árvore jovem pode-se obter até 55% de enraizamento; estacas semilenhosas extraídas de mudas com até 12 meses de idade pode-se obter até 90% de enraizamento e, de estacas procedentes de mudas com 6 meses de idade até 95% (SANTOS, 2011).

3.5. Estresse hídrico

As condições ambientais nem sempre são favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas durante seu ciclo de vida, se estabelecendo assim o estresse. (CHAVES FILHO; STACCIARINI-SERAPHIN, 2001). O termo estresse é utilizado pela maioria dos autores em sentido muito amplo, e isso ocorre porque a planta não possui muitas possibilidades de

respostas, ou seja, independentemente dos fatores de estresse, a resposta é igual ou muito semelhante (LICHTENTHALER, 1996).

De todos os recursos de que as plantas necessitam para crescer e funcionar, a água é o mais abundante e, ainda, frequentemente o mais limitante (TAIZ; ZEIGER, 2013). A disponibilidade hídrica é um fator determinante para a abundância e distribuição das plantas nos diversos ecossistemas (FARQUHAR; SHARKEY, 1982), e tem sido considerado seletivo em ambientes mais secos (CHAVES *et al.*, 2002).

O estresse hídrico é decorrente dos fatores climáticos e afeta, principalmente, as áreas não irrigadas, onde a distribuição das chuvas apresenta irregularidade temporal e espacial. No Brasil, esse problema é percebido, sobretudo, na região Nordeste, onde cerca de 54% da sua área está situada no semiárido (FAO, 2000), abrangendo áreas cultivadas, irrigadas ou não (GHEYI, 2000). As plantas tentam adiar a dessecação pelo maior tempo possível em uma situação de escassez de água, utilizando mecanismos que as capacitam a manter uma quantidade de água suficiente para as reações vitais dentro dos tecidos, segundo Paiva; Oliveira (2006).

Para Ivanauskas; Rodrigues (2000), a maioria das espécies destes ambientes (59%) apresentam mecanismos adaptativos fisiológicos e/ou, morfológicos em resposta à deficiência hídrica estacional.

Pesquisas vêm se destacando, em áreas onde o estresse hídrico é fator constante e limitante para a produção vegetal, visando a identificação de características de ordem morfológica, bioquímica e molecular durante a adaptação ao estresse que, posteriormente, serão utilizadas na produção de variedades resistentes (MUNNS, 2002; ZHU, 2002). Mesmo em regiões onde a deficiência hídrica não é preocupante no momento, tem se intensificado trabalhos neste sentido, visando efeitos futuros advindos do aquecimento global.

Sob condições de severa restrição hídrica, algumas plantas podem reduzir sua velocidade de perda de água a um nível muito baixo, por meio de características morfológicas e mecanismos fisiológicos (SANTIAGO, 2000). Períodos de seca podem incrementar o desenvolvimento das raízes e acumular fotoassimilados nelas, o que aumenta a absorção de água de camadas do solo que ainda tem água disponível, segundo Calvache *et al.* (1997).

A redução ou interrupção completa do crescimento é considerada a primeira e mais séria consequência fisiológica do déficit hídrico para as plantas, uma vez que compromete o alongamento celular (LARCHER 2000). A seca tanto pode enfraquecer as funções vitais como estimular reações adaptativas que capacitem as plantas a sobreviverem em períodos prolongados de déficit hídrico (PEREZ, 1998).

Fatores como alta irradiância e baixa disponibilidade hídrica ou nutricional tornam mais difíceis o sucesso no estabelecimento das plantas na fase juvenil (GONÇALVES *et al.*, 2005; LIBERATO *et al.*, 2006; SANTOS JUNIOR; GONÇALVES; FELDPAUSCH, 2006).

3.6. Plasticidade fenotípica

Alterações na anatomia da folha constituem aspectos decisivos na capacidade de aclimação das espécies expostas a diferentes condições de ambiente (HANBA; KOGAMI; TERASHIMA, 2002; SCHLUTER *et al.*, 2003). Tanto para plantas quanto para animais, há claras evidências de que o desenvolvimento de alterações nas características funcionais e estruturais dos indivíduos está associado aos fatores ambientais a que estão expostos (GRIME; MACKEY, 2002). Mecanismos de resposta ao estresse hídrico podem ser entendidos se se recorrer ao conceito de plasticidade fenotípica, que se define como a habilidade do indivíduo em responder com mudanças em seu fenótipo a diferentes condições ambientais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As espécies com grande potencial para plasticidade em caracteres ligados à sobrevivência apresentam vantagens adaptativas em ambientes instáveis, heterogêneos ou de transição, visto que as mudanças produzidas podem facilitar a exploração de novos nichos, resultando no aumento da tolerância ambiental (VIA, 1993; VIA *et al.*, 1995). As plantas podem responder a flutuações no ambiente, diretamente mediante alteração da sua morfologia e fisiologia. As mudanças associadas à plasticidade fenotípica não exigem novas modificações genéticas e muitas delas são reversíveis (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As alterações anatômicas decorrentes da baixa disponibilidade hídrica no meio geralmente estão envolvidas na proteção das plantas contra a perda de água para o ambiente e dessecação de células corticais assim como na manutenção da condução de água no xilema (PITMAN *et al.*, 1983; BARUCH; MÉRIDA, 1995; LO GULLO *et al.*, 1995; VASELLATI *et al.*, 2001)

Apesar da complexidade que envolve o crescimento das espécies vegetais, a análise de crescimento é um meio bastante preciso para avaliar o desenvolvimento e mensurar a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (BENINCASA, 2003).

Um parâmetro que permite inferir a translocação orgânica, facilitando a compreensão do comportamento vegetal em termos de produtividade, é a distribuição de matéria seca (BARBOSA, 1991), que tem sido utilizada por vários autores para diferenciar espécies

(BARBOSA; NOGUEIRA; MELO FILHO, 2000) e inferir sobre estresse hídrico no crescimento das plantas (BARROS; BARBOSA, 1995).

Os fatores ambientais afetam a produção de matéria seca por meio de suas influências sobre as trocas gasosas de CO₂ e sobre o balanço de carbono. A deficiência hídrica é um dos fatores que provoca diminuição no rendimento dessa produção. As plantas lenhosas empregam grande quantidade de assimilados na construção dos tecidos de sustentação e dos tecidos condutores. No primeiro ano de vida, a fitomassa das folhas pode representar a metade do total de fitomassa da planta (LARCHER, 2000).

4. OBJETIVOS

4.1. Geral

Avaliar os aspectos morfofisiológicos das plantas de *E. contortisiliquum* e *E. velutina* em diferentes regimes hídricos, durante a fase inicial de crescimento, visando entender melhor estratégias de sobrevivência, possibilitando no futuro, baseando-se nas características estudadas, selecionarem-se espécies que melhor se adaptem a ambientes sujeitos a períodos prolongados de seca.

4.2. Específicos

2.1. Correlacionar alterações no crescimento, partição de biomassa e morfologia das folhas de plantas no início de seu desenvolvimento, em duas espécies de ocorrência na Caatinga.

2.2. Inferir se estas alterações estão relacionadas às estratégias de adaptação à seca em tais espécies.

2.3. Verificar se alterações morfológicas nas folhas das espécies estão relacionadas à sua plasticidade fenotípica.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Coleta de sementes e montagem do experimento

Este trabalho foi realizado em condições de casa de vegetação, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UAECIA), localizada no distrito de Jundiá no Município de Macaíba/RN, entre os meses de julho a setembro de 2012.

O clima de Macaíba é tropical com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: As). No período do experimento a temperatura mínima foi de 19,9 °C e a temperatura máxima de 30°C, apresentando temperatura média anual de 25,9 °C. A precipitação pluviométrica durante o experimento ficou em torno de 340 mm, sendo a precipitação média anual de 1.134 mm.

Os frutos de *E. contortisiliquum* foram coletados em duas matrizes distanciadas entre si de 80 metros, no município de Macaíba/RN, latitude de 5° 51' 28" Sul, longitude 35° 21' 14" Oeste e altitude de 15 m em relação ao nível do mar, no mês de maio de 2012. Os frutos de *E. velutina* foram obtidos em 8 matrizes distribuídas em uma área de 100 m², no município de Parelhas/RN, latitude 6° 41' 18" Sul, longitude 36° 39' 29" Oeste e altitude de 226 m em relação ao nível do mar, no mês de abril de 2012. Em ambas as espécies, as sementes foram retiradas dos frutos logo após a coleta e armazenadas em recipientes de vidro até o momento da semeadura.

A semeadura, para cada espécie, foi realizada em 180 sacos de polietileno contendo 5 kg de solo, procedente das proximidades do açude da UAECIA. A análise de fertilidade do solo foi realizada no laboratório da EMPARN (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte) conforme Tab. 1. Cada saco recebeu 3 sementes, semeadas a 5 cm de distância entre si e a 1 cm de profundidade. Os substratos foram regados diariamente ao final da tarde com água destilada, até drenar água.

TAB. 1. Análise de fertilidade de solo proximidade açude Jundiá (Macaíba/RN) em 09/08/2012. Laboratório de análises de solo, água e planta. EMPARN.

pH em água (1:25)	Cálcio cmol_c/dm³	Magnésio cmol_c/dm³	Alumínio cmol_c/dm³	Hidrogênio + Alumínio cmol_c/dm³	Fósforo mg/dm³	Potássio mg/dm³	Sódio mg/dm³
5,53	1,46	0,64	0,0	1,33	14	83	11

Com o estabelecimento de 80% das plântulas, que aconteceu aos 21 dias após o plantio, realizou-se desbaste, eliminando-se as menos desenvolvidas, restando uma plântula por saco.

5.2. Coleta de plântulas e determinação do crescimento

Para as análises o método foi destrutivo. A determinação do crescimento inicial foi realizada em cinco plântulas do desbaste. Os sacos foram então divididos em três grupos, cada qual submetido a um regime hídrico: 450 (controle), 225 (estresse moderado) e 112,5 (estresse severo) mm de lâmina de água por 40 dias. Os regimes hídricos simulam ano chuvoso, ano seco e ano muito seco, distribuídas em média, durante cinco meses no Seridó Oriental do Rio Grande do Norte, segundo dados da EMPARN (Empresa de pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte).

Os recipientes, após identificação, foram distribuídos aleatoriamente na bancada da casa de vegetação. Nesta fase as irrigações aconteceram em intervalos de dois dias. Para o cálculo da quantidade diária de água aplicada, levou-se em consideração a área da superfície dos recipientes das mudas e a quantidade total de água a ser aplicada, dividida pelo número de dias do experimento, demonstrado abaixo:

Dimensionamento da lâmina de água por tratamento

Diâmetro do saco 10 cm = 0,1 m

Área da superfície do saco = $\pi \times (0,1)^2 = 0,0314 \text{ m}^2$

1 mm de lâmina = 1 L/1 m²

1 m² = 1 L

0,0314 m² = 0,0314 L = 31,4 mL

Para um saco com 10 cm de diâmetro, 31,4 mL correspondem a uma lâmina de 1mm.

Considera-se o período chuvoso de 5 meses no Seridó oriental potiguar = 150 dias

Tratamento controle

450 mm

450/150 = 3 mm/dia. Regas de dois em dois dias 2 x 3 = 6 mm por rega.

6 x 31,4 = **188,4 mL** de água por saco a cada dois dias.

Tratamento com estresse intermediário

225 mm

225 : 150 = 1,5 mm/dia. Regas de dois em dois dias 2 x 1,5 = 3 mm por rega.

3 x 31,4 = **94,2 mL** de água por saco a cada dois dias.

Tratamento com estresse severo

112,5 mm

$112,5/150 = 0,75$ mm/dia. Regas de dois em dois dias $2 \times 0,75 = 1,5$ mm por rega.

$1,5 \times 31,4 = 47,1$ mL de água por saco a cada dois dias.

A coleta de cinco plântulas por tratamento foi realizada aos 20 e 40 dias após o desbaste. Estas foram divididas em folhas, raízes e parte aérea (caules + pecíolos). Para retirada das raízes sem que fossem danificadas, os sacos foram rompidos verticalmente e a terra removida com água corrente. As partes das plântulas, juntamente com uma régua graduada para servir de referência nas análises, foram fotografadas com câmara digital (FIG. 1)



FIG. 1. Fotos de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (A) e *Erythrina velutina* Mart. ex Benth (B), para serem analisadas no software Image J.

As imagens foram analisadas com o software ImageJ, versão 1.47a, desenvolvido por US National Institutes of Health, Bethesda, Md. (domínio público: <http://rsb.info.nih.gov/ij/>), para determinação de: área foliar (mm^2), comprimento da parte aérea (mm), comprimento da raiz principal (mm) e perímetro dos folíolos (mm).

5.3. Determinação da partição de biomassa

As partes vegetais ficaram em estufa a 70°C até atingirem peso constante. Realizaram-se análises de partição de biomassa: massa seca total (g), fração de área foliar (área foliar dividida pela massa seca total das plantas) ($\text{m}^2 \text{g}^{-1}$), frações (massa seca da parte vegetal dividida pela sua massa seca total) de massa radicular (g g^{-1}), massa foliar (g g^{-1}) e massa

caulinar (g g^{-1}), de acordo com Květ et al. (1971). A fração de área foliar (FAF), relação entre a área foliar da planta e o peso seco correspondente, expressa a dimensão relativa do aparelho fotossintético e serve como parâmetro apropriado para avaliações dos efeitos genotípicos, climáticos e do manejo das comunidades vegetais (PAIVA; OLIVEIRA, 2006).

Para a determinação dos Índice de dissecação foliar (ID) e Forma foliar (FF), foram utilizadas as equações do Índice de circularidade que relaciona perímetro/área, determinado para propor a tendência em relação à forma, de Chaturvedi (1926), citada por Oliveira et al (2005).

Índice foliar (IF)

$$\text{IF} = \frac{C}{L}$$

C – Comprimento da folha

L – Largura da folha

Índice de dissecação foliar (ID)

$$\text{ID} = \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Forma foliar (FF)

$$\text{FF} = \frac{4 \times \pi \times A}{\sqrt{P}}$$

onde: P – Perímetro dos folíolos

A – Área dos folíolos

5.4. Delineamento experimental e estatístico

O experimento foi realizado em esquema fatorial 2 x 3 (duas espécies x três regimes hídricos) em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Após a checagem da homogeneidade das variâncias e normalidade, de acordo com os testes de Flingner-Killen e Shapiro-Wilk, respectivamente, os dados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos comparados pela menor diferença significativa obtida pelo teste *t* de Student a 5%. Para a análise dos dados e obtenção das figuras foi utilizado o software R (R Development Core Team 2013) para Linux, versão 2.13.1 de acordo com Crawley (2007).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Crescimento

6.1.1. Comprimento da parte aérea (CPA)

Até 20 dias do início dos tratamentos (DIT), o CPA do *E. contortisiliquum* não sofreu efeito significativo dos tratamentos (FIG 2A). No começo do experimento ocorreu investimento do vegetal em altura nos três tratamentos. Após, houve uma redução na taxa de crescimento até o final do experimento nos tratamentos com disponibilidade de água moderada e severa.

Na *E. velutina* o CPA foi mais afetado nos tratamentos com déficit hídrico moderado e severo em relação ao grupo controle, do início ao final do experimento (FIG. 2B). Resultado semelhante ao do *E. velutina* foi encontrado em *Tabebuia aurea*, por Cabral; Barbosa; Simabukuro (2004) e em *Anadenanthera macrocarpa* ao se estudar o crescimento em alongamento da parte aérea (BARBOSA, 1991). O incremento da disponibilidade hídrica provocou maior crescimento da parte aérea das espécies em estudo.

6.1.2. Comprimento da maior raiz (CMR)

Em *E. contortisiliquum* não houve efeito significativo ao longo do experimento quanto ao CMR, que permaneceu constante até a última observação nos três tratamentos (FIG. 2C). Resultado semelhante foi observado em *Tabebuia aurea* por Cabral; Barbosa; Simabukuro (2004), com tratamentos a 100%, 50% e 25% da capacidade de campo e por Figuerôa; Barbosa; Simabukuro (2004) em *Myracrodruon urundeuva*.

O tratamento controle em *E. velutina*, apresentou maior tendência de investimento no CMR em relação aos demais, a 40 DIT (FIG. 2D). Ao mesmo tempo, houve uma leve tendência de aumento no CMR no tratamento com déficit hídrico severo. Sob deficiência hídrica moderada o investimento no CMR aconteceu até os 20 DIT. Ressalta-se, no entanto, que não houveram diferenças significativas entre nenhum dos tratamentos, em nenhuma das épocas avaliadas.

Quanto ao comprimento da maior raiz, as plantas podem responder a flutuações no ambiente, diretamente mediante alteração da sua morfologia e fisiologia (TAIZ; ZEIGER, 2013). Esse investimento provavelmente deve estar relacionado a algum movimento de

tropismo, direcionando o crescimento do sistema radicular ao lençol freático, suprimindo a necessidade hídrica do vegetal.

O primeiro efeito biofísico do estresse hídrico é a diminuição do volume celular (PAIVA; OLIVEIRA, 2006). As atividades que dependem do turgor são mais sensíveis, principalmente

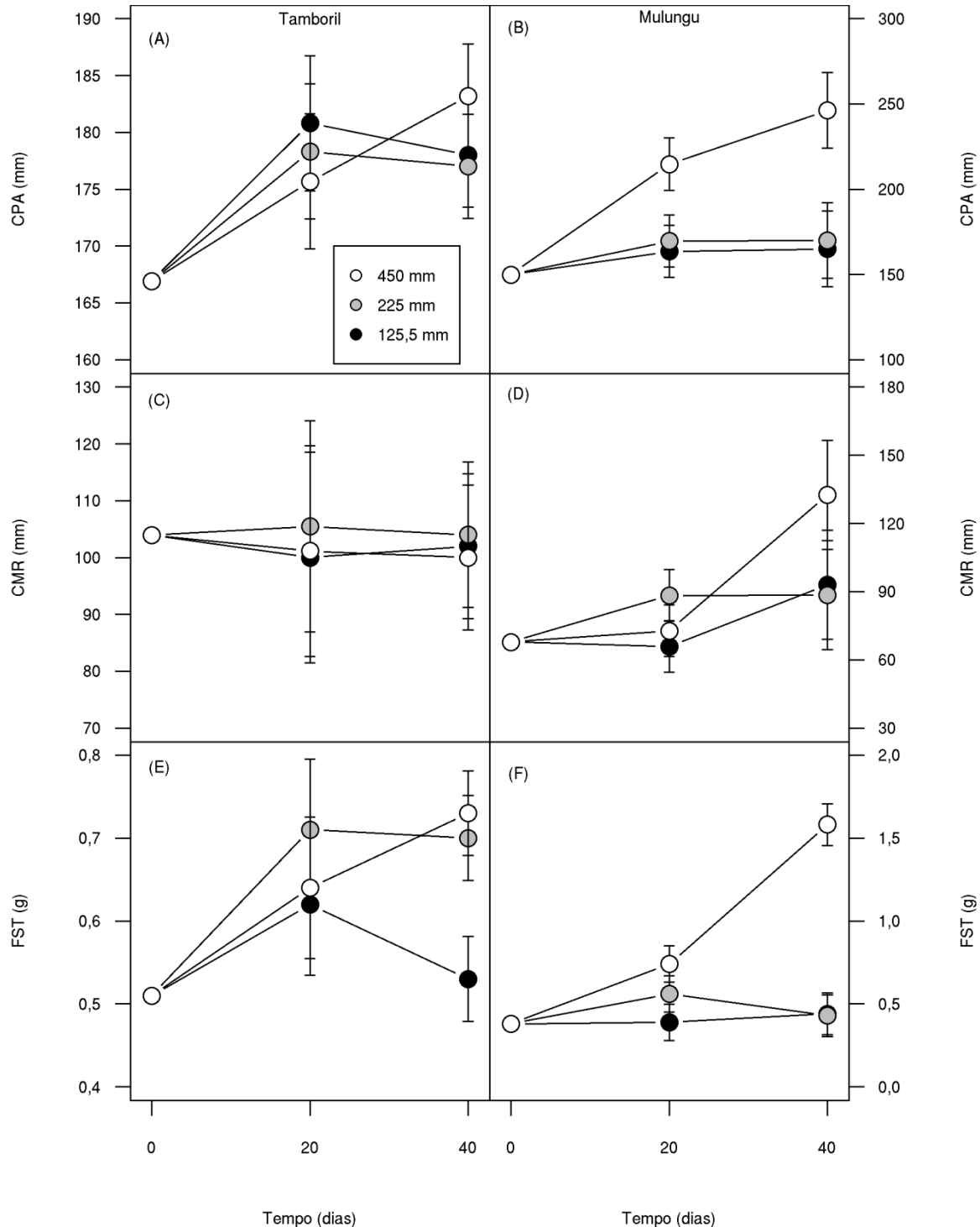


FIG. 2. Comprimento da parte aérea (CPA) (A, B), comprimento da maior raiz (CMR) (C, D) e fitomassa seca total (FST) (E, F) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Tamboril) e *Erythrina velutina* Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste *t* de Student a 5% de probabilidade.

a expansão celular, afetando em especial a expansão foliar e o alongamento das raízes (SALAMONI, 2008). Lechinoski *et al.* (2007) ressaltam que todos os fatores ambientais que interferem no mecanismo de absorção e assimilação de água e nutrientes terão influência negativa sobre o metabolismo das plantas, diminuindo o crescimento e produtividade das culturas. A defasagem do crescimento no CMR nos tratamentos com estresse hídrico, deve estar relacionado com as menores multiplicação e alongamento celular, provocadas pela deficiência na disponibilidade de água.

6.1.3. Fitomassa seca total (FST)

A produção de FST em *E. contortisiliquum* aos 20 DIT evidenciou incremento nos três tratamentos, não apresentando, porém, efeito significativo. Aos 40 DIT houve decréscimo na taxa de produção da fitomassa no tratamento com menor disponibilidade de água em relação aos demais (FIG. 2E).

E. velutina teve comportamento diferenciado, investindo menos na produção de fitomassa seca durante todo o experimento. Aos 40 DIT houve uma produção significativa de fitomassa seca no grupo controle em relação aos demais tratamentos (FIG. 2F). Magalhães Filho *et al.* (2008) estudando duas combinações copa/porta-enxerto de citros sob déficit hídrico (laranjeira ‘Valência’ sobre ‘Cravo’ e sobre ‘Trifoliata’), registraram redução na fitomassa total e nos diferentes órgãos das plantas. Outro estudo com citros, as plantas apresentaram, embora com menor intensidade, os efeitos do estresse hídrico (SUASSUNA *et al.*, 2012).

Mesmo se considerando as alterações morfofisiológicas, como meios de evitar os efeitos negativos da deficiência hídrica, as plantas têm decréscimos significativos na fitomassa (MACHADO *et al.*, 2009). A redução da fitomassa pela diminuição da condutância estomática ocasionada pela menor disponibilidade hídrica é o principal fator responsável pela menor fitomassa seca total das plantas, segundo Pimenta *et al.*, (1999).

6.1.4. Número de folhas, folíolos e área foliar (AF)

No experimento, o número de folhas não apresentou diferença significativa nos tratamentos com *E. contortisiliquum*, declinando a produção na observação realizada aos 40 em relação aos 20 DIT, no tratamento com déficit hídrico severo. No controle houve pequeno aumento no número de folhas ao longo do estudo e no estresse hídrico moderado, o número

de folhas permaneceu constante do início ao fim das observações (FIG. 3A).

Quanto ao número de folhas, a *E. velutina* mostrou diferença significativa nos tratamentos desde a primeira observação, evidenciando uma redução na produção de folhas sob déficit hídrico severo em relação ao grupo controle. No tratamento intermediário houve uma redução de folhas a partir dos 20 DIT (FIG. 3B).

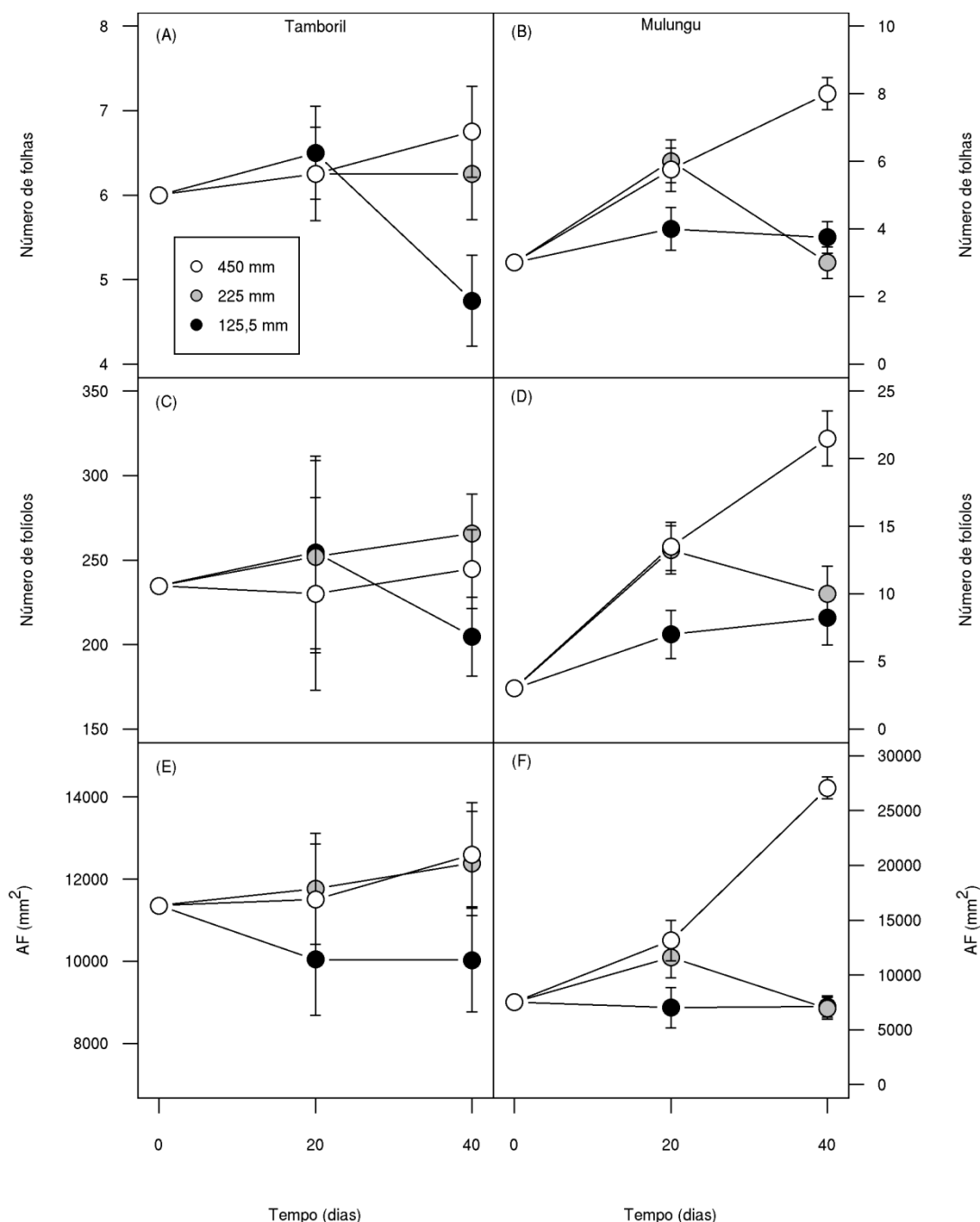


FIG. 3. Número de folhas (A, B), número de folíolos (C, D) e área foliar (AF) (E, F) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Tamboril) e *Erythrina velutina* Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste *t* de Student a 5% de probabilidade.

Segundo Martins (2010), com relação ao número de folhas em *Azadirachta indica*, reduções significativas foram observadas em plantas a 20% da capacidade de campo em relação àquelas submetidas à capacidade de campo.

Estudando o efeito do estresse hídrico sob o crescimento de quatro espécies lenhosas, Silva; Nogueira (2003), afirmam que as mudas de *Mimosa caesalpinifolia*, *Prosopis juliflora* e *Tabebuia aurea* apresentaram redução na emissão de novas folhas após a indução ao estresse hídrico, no entanto essa redução não foi suficiente para interromper o aparecimento de novas folhas. Já com *E. contortisilicum*, as autoras evidenciaram que a restrição hídrica promoveu abscisão foliar, conforme nós também observamos, sob estresse hídrico severo. Corroborando com o resultado da abscisão foliar, Nascimento *et al.* (2011) trabalhando com *Hymenaea courbaril*.

A limitação hídrica não apenas afeta o tamanho foliar, mas também o número de folhas, porque ela diminui a taxa de crescimento das ramificações (SALAMINI, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013). Esta diminuição do crescimento pode ser reflexo da redução das divisões e da expansão das células, provocada pela menor disponibilidade de água. Fato observado na redução no número de folhas e folíolos em ambas as espécies neste trabalho.

Em relação aos folíolos, no *E. contortisiliquum* não houve efeito significativo nos tratamentos, apresentando tendência na redução no tratamento com déficit hídrico severo em relação aos demais (FIG. 3C). A *E. velutina* apresentou no tratamento controle, aumento na produção de folíolos durante todo o trabalho. Nos tratamentos com estresse houve aumento no número de folíolos até os 20 DIT, permanecendo este aumento no estresse severo até o final do experimento e reduzida o número de folíolos no estresse moderado (FIG. 3D).

Quanto a área foliar, o *E. contortisiliquum* e a *E. velutina* não apresentaram alterações significativas até a observação realizada aos 20 DIT, apesar de apresentar uma tendência de menor investimento na produção da área foliar no tratamento com déficit hídrico severo em relação aos demais (FIG. 3E e 3F). Isto provavelmente deve estar relacionada com a menor divisão e expansão celular resultante do déficit hídrico.

Na observação realizada aos 40 DIT, o *E. contortisiliquum* apresentou produção de maior área foliar nos tratamentos controle e estresse intermediário em relação ao déficit hídrico severo (FIG. 3E). Na *E. velutina* o tratamento controle apresentou maior área foliar em relação aos demais tratamentos (FIG. 3F). Martins (2010) observou em *Azadirachta indica* que os valores da área foliar tiveram redução quando as plantas foram tratadas com deficiência hídrica. Resultados semelhantes foram encontrados por Figueirôa (2004) estudando *Myracrodruon urundeuva* e por Cabral; Barbosa; Simabukuro (2004) estudando

Tabebuia aurea, quando as plantas foram tratadas com déficit hídrico apresentaram menor área foliar. Corroborando com as informações anteriores Lenhard; Scaloni; Novelino (2010) obtiveram menores resultados na área foliar em plantas de *Caesalpinia ferrea* tratadas com menor suprimento hídrico.

A umidade do solo é que determina a área foliar de uma planta, segundo Figuerôa; Barbosa; Simabukuro (2004), sendo maior em solos úmidos e menor em solos áridos. Essa característica é importante defesa contra a perda excessiva de água, e a diminuição da área foliar está entre as várias características xeromórficas que são identificadas em vegetais sob déficit hídrico (VILLAGRA; CAVAGNARO, 2006). Uma área foliar grande pode ser vantajosa para o vegetal em relação à produção de fitomassa, mas em condições de estresse hídrico pode ser desvantajosa, pois aumenta a superfície de transpiração, levando ao rápido esgotamento de água no solo.

No início do experimento a produção de folhas, folíolos e conseqüentemente de AF foi semelhante nos tratamentos em *E. velutina*. Com o prolongamento do estresse, de 20 a 40 DIT, houve abscisão foliar e redução na produção de novas folhas. Sob estresse hídrico severo, as plantas se aclimataram, diminuindo a taxa de emissão de novas folhas e diminuíram a abscisão, provavelmente em virtude da adaptação à deficiência hídrica, como forma da planta sobreviver em momentos onde ocorre redução na disponibilidade de água.

6.2. Partição de biomassa

6.2.1. Fração de área foliar

A fração de área foliar (FAF), não é afetada significativamente entre os tratamentos nas espécies (FIG. 4A e 4B). Todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante no *E. contortisiliquum* durante o experimento (FIG. 4A). Houve uma redução geral na FAF até os 20 DIT, seguida de incremento até os 40 DIT.

A *E. velutina* apresentou uma tendência de acréscimo na FAF na observação dos 20 DIT no tratamento com estresse intermediário em relação aos demais tratamentos, seguido por diminuição em todos os tratamentos (FIG. 4B). O grupo controle, no entanto, apresentou valores menores em relação dos demais tratamentos nas espécies, representando uma menor área foliar para produzir um grama de massa seca quando comparado aos grupos com estresse hídrico.

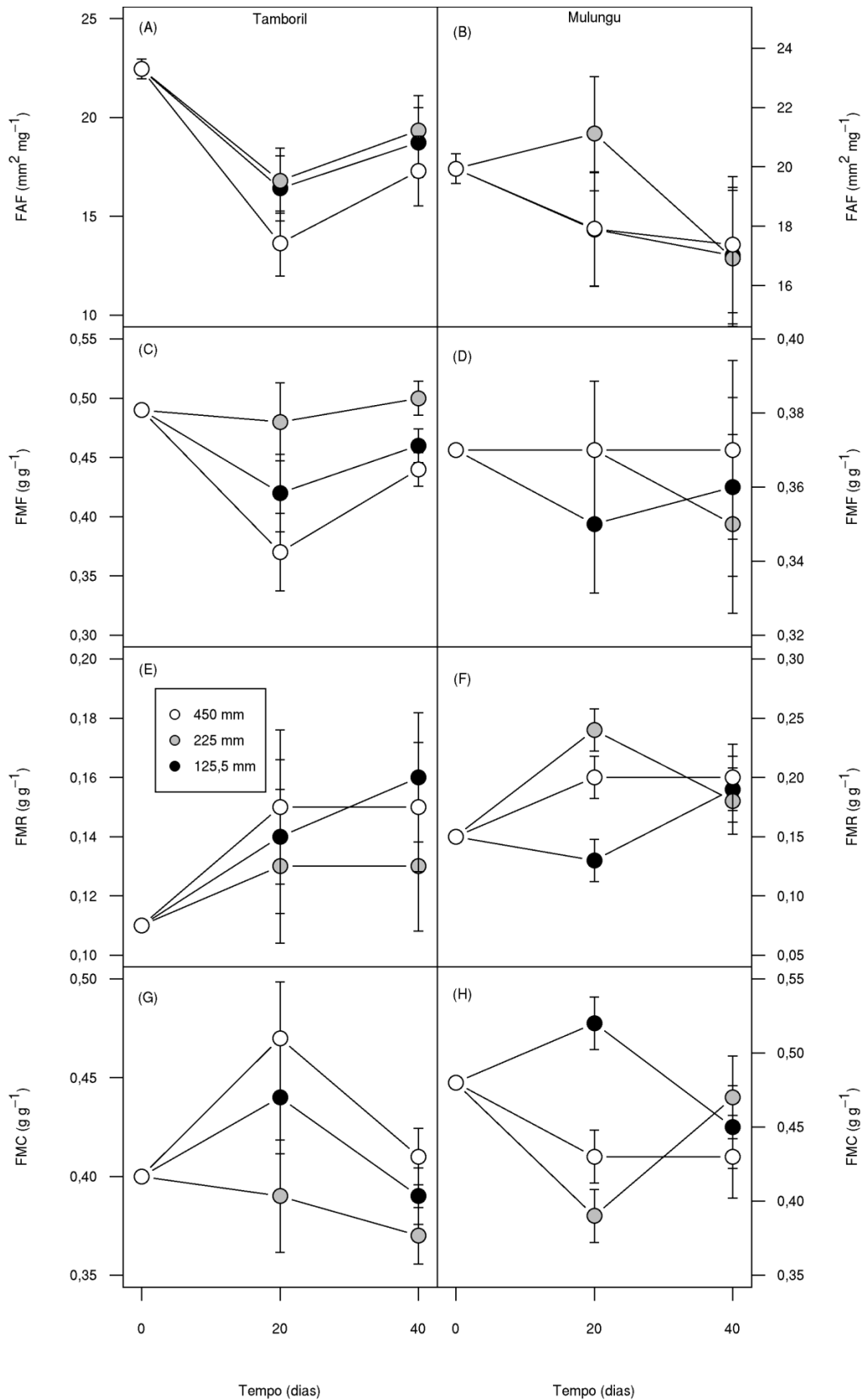


FIG 4. Fração de área foliar (FAF) (A, B), fração de massa foliar (FMF) (C, D), fração de massa radicular (FMR) (E, F) e fração de massa caulinar (FMC) (G, H) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Tamboril) e *Erythrina velutina* Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste *t* de Student a 5% de probabilidade.

A área foliar é considerada como uma medida da capacidade fotossintética de uma planta (FITTER; HAY, 2001), portanto, este resultado sugere que o grupo controle foi mais eficiente na assimilação de carbono, uma vez que inicialmente, a maior parte do material fotossintetizado é convertida em folhas, visando à maior captação da radiação solar disponível (BENINCASA, 2004).

6.2.2. Fração de massa foliar (FMF), fração de massa radicular (FMR) e fração de massa caulinar (FMC).

As FMF, FMR e FMC não apresentaram efeito significativo nas espécies e tratamentos. No *E. contortisiliquum*, a FMF diminuiu em todos os tratamentos até os 20 DIT aumentando em seguida até o final do experimento (FIG. 4C). Para a FMR houve um maior investimento até os 20DIT, após este período o tratamento com estresse hídrico severo permaneceu investindo mais em raízes até o final do experimento (FIG. 4E).

Na *E. velutina* houve tendência no incremento nas FMF e FMR após os 20 DIT no tratamento com estresse severo. No tratamento com estresse moderado decresceu após os 20 DIT nas FMF e FMR. O tratamento controle permaneceu constante na FMF e com um sensível incremento no FMR (FIG. 4D e 4F). Desta forma, pode ter acontecido uma maior mobilização de recursos no crescimento da raiz no início do crescimento, como uma forma de estabelecer o vegetal e garantir sua sobrevivência.

Sabe-se que, além de fatores que levam a uma menor taxa transpiratória, a aclimação ao déficit hídrico envolve também uma maior capacidade de absorção de água pela planta. Isso pode ser obtido via um sistema radicular mais robusto (profundo e ramificado), que possa explorar melhor os extratos mais profundos do solo (TARDIEU, 2005). De fato uma característica muito associada aos genótipos mais tolerantes é a capacidade de manter melhor hidratação celular em condições de deficiência hídrica, quando comparados aos genótipos sensíveis à seca (CAVATTE *et al.*, 2008).

Melhor hidratação celular pode ser refletida em manutenção de maior condutância estomática que, por sua vez, permite um maior influxo de CO₂ para a fotossíntese e, consequentemente, maior acúmulo de biomassa pelo vegetal.

Para a FMC, ocorreu um investimento inicial no *E. contortisiliquum* em todos os tratamentos, porém, o tratamento controle investiu mais que os tratamentos com estresse hídrico. Aos 20 DIT este investimento declinou em todos os tratamentos (FIG. 4G). Na *E. velutina*, a FMC no tratamento com déficit hídrico severo apresentou maior incremento em

relação aos demais tratamentos até os 20 DIT, ocorrendo decréscimo até o final do experimento. O tratamento intermediário apresentou comportamento inverso. O grupo controle permaneceu praticamente constante durante o experimento (FIG. 4H).

6.3. Morfologia das folhas

Os resultados não apresentaram efeito significativo quanto aos parâmetros de morfologia foliar no experimento, em relação aos tratamentos e às espécies (FIG. 5 e 6).

A área foliar média (AFm) do *E. contortisiliquum*, apresentou redução na coleta aos 20 DIT nos grupos controle e estresse severo, aumentado em seguida até o final do experimento. O tratamento com estresse moderado permaneceu praticamente constante durante todo o experimento (FIG. 5A). Na *E. velutina* todos os tratamentos apresentaram redução na AFm até os 20 DIT e leve incremento até o final do experimento, com uma maior média no grupo controle em relação aos demais tratamentos (FIG. 5B).

A área dos folíolos (AFol) no *E. contortisiliquum* apresentou redução no grupo controle e sob estresse severo até os 20 DIT e um pequeno incremento até os 40 DIT, porém, não houve diferença significativa entre os tratamentos (FIG 5C). Na *E. velutina* houve grande redução em todos os tratamentos até os 20 DIT, com sensíveis alterações em seguida até o final do experimento (FIG 5D). A grande redução inicial é resultante das primeiras folhas serem simples, depois nasceram folhas compostas. Os tratamentos com restrição hídrica apresentaram menor AFol aos 40 DIT.

A área foliar específica (AFE) apresentou uma redução inicial no *E. contortisiliquum* e em seguida um pequeno incremento. O tratamento com estresse severo teve valores maiores, porém não significativos, em relação aos demais grupos (FIG. 5E). A *E. velutina* aumentou a AFE até os 20 DIT no grupo com estresse moderado, reduzindo em seguida até o final do experimento, enquanto que os demais grupos apresentaram redução em todas as observações (FIG. 5F). Silva *et al.* (2010), em experimento com *E. velutina* concluíram que estresse severo, com 25% da capacidade de campo, não apresentou significância quanto a AFE em relação ao grupo controle, à capacidade de campo. Liu e Stützel (2004) verificaram reduções na AFE de genótipos de Amaranáceas submetidas à suspensão de irrigação. Essas plantas, quando reirrigadas, retomavam o crescimento e se igualavam às plantas irrigadas normalmente de *Prosopis* sp. sem água disponível, mas não encontraram diferenças na área foliar específica dessas mesmas plantas, resultado semelhante ao deste trabalho.

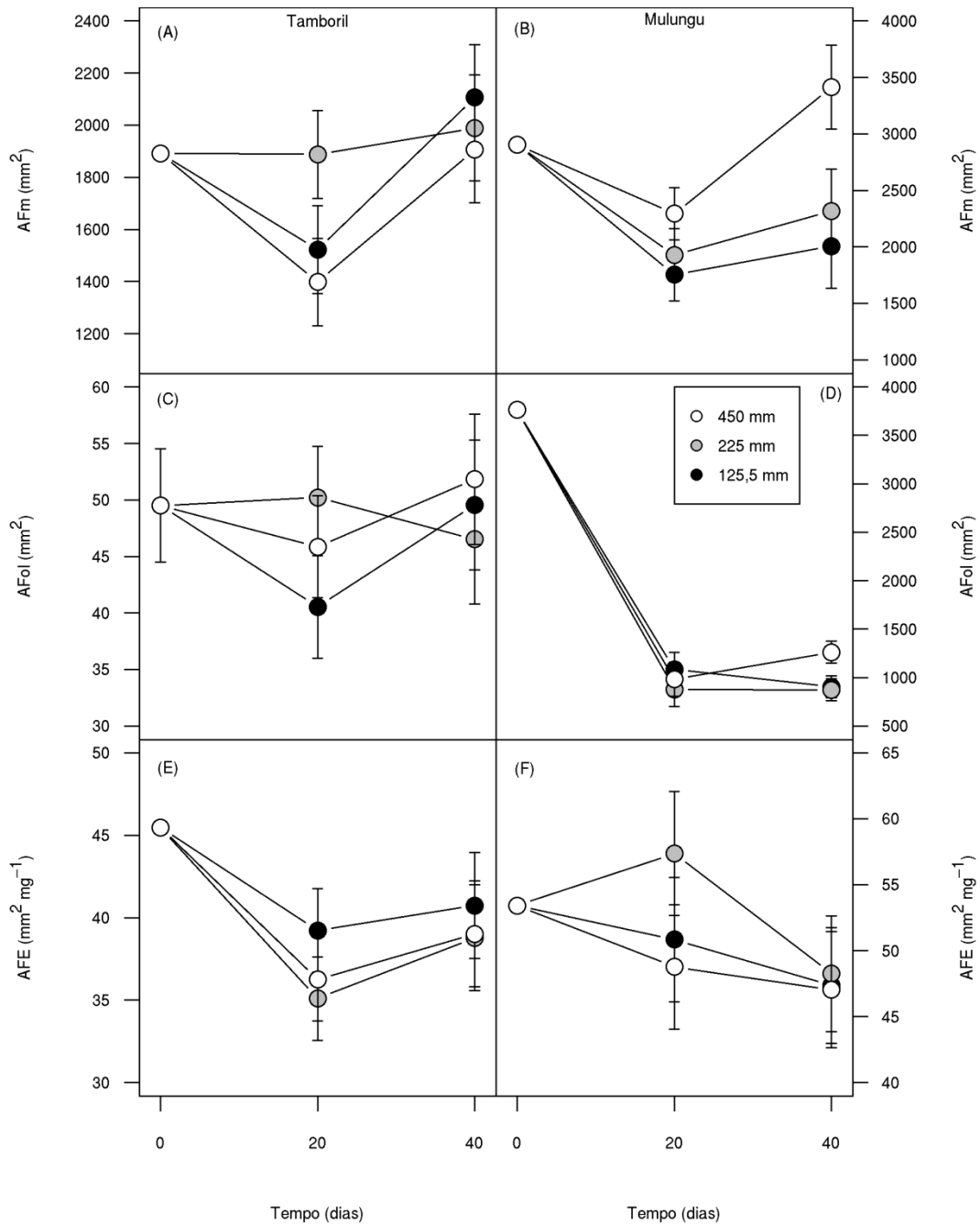


FIG. 5. Área foliar média (AFm) (A, B), área dos folíolos (AFol) (C, D) e área foliar específica (AFE) (E, F) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Tamboril) e *Erythrina velutina* Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste *t* de Student a 5% de probabilidade.

No *E. contortisiliquum* o índice foliar (IF) permaneceu constante em todos os tratamentos, sendo que aos 40 DIT o grupo controle apresentou tendência de maiores valores. (FIG. 6A). Na *E. velutina* houve um acréscimo inicial em todos os tratamentos. A partir dos 20 DIT o grupo de estresse severo reduziu o IF e os demais grupos permaneceram constantes.

Durante todo o experimento o grupo de estresse severo apresentou maiores valores em relação aos demais (FIG. 6B).

O índice de dissecação foliar (ID) no *E. contortisiliquum* permaneceu constante em todos os tratamentos até os 20 DIT, após este período os grupos sob estresse continuaram com

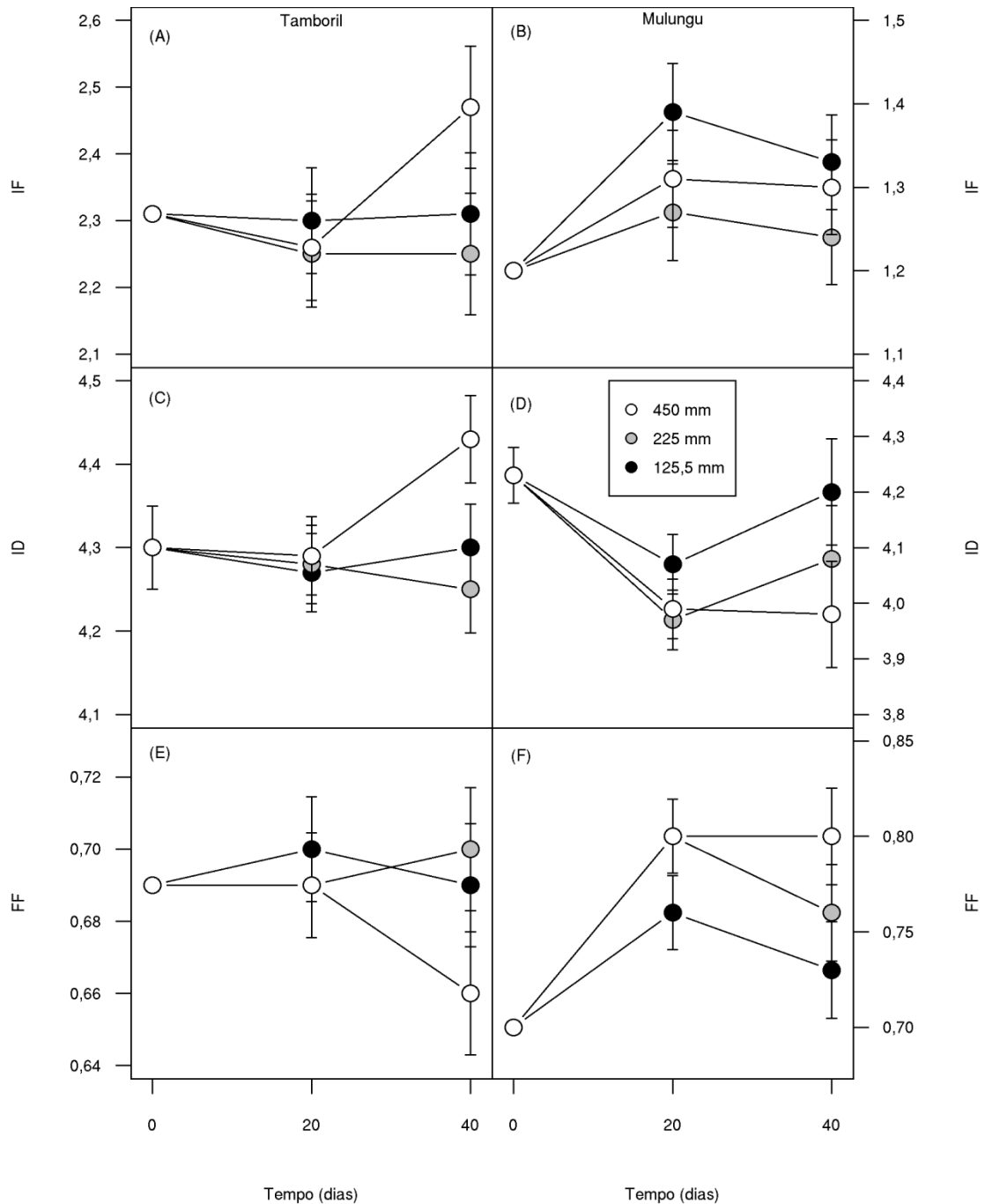


FIG. 6. Índice foliar (IF) (A, B), índice de dissecação foliar (ID) (C, D) e forma foliar (FF) (E, F) aos 20 e 40 dias do início do experimento com três lâminas de água: 450 mm (controle), 225 mm (estresse moderado) e 112,5 mm (estresse severo) em *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Tamboril) e *Erythrina velutina* Mart. ex Benth (Mulungu). As barras de erro representam a menor diferença significativa pelo teste *t* de Student a 5% de probabilidade.

valores quase constantes, sendo que no grupo controle ocorreu incremento significativo aos 40 DIT (FIG. 6C).

Na *E. velutina* todos os tratamentos apresentaram uma pequena redução até os 20 DIT com um pequeno incremento, porém não significativo em seguida, nas plantas em ambas as condições de restrição hídrica (FIG. 6D).

A forma foliar (FF) relaciona perímetro com área foliar. No *E. contortisiliquum* os tratamentos permaneceram com valores constantes até os 20 DIT, em seguida houve uma pequena redução, porém não significativa, no grupo controle (FIG. 6E). A *E. velutina* apresentou aumento na FF até os 20 DIT, e redução em seguida nos tratamentos sob estresse, com o grupo controle constante (FIG. 6F). Os resultados mostraram uma tendência dos folíolos de *E. velutina* ficarem mais afilados em resposta ao estresse. Tal efeito provavelmente visa aumentar o contato com o ar atmosférico, para as plantas perderem o excesso de calor. As perdas de calor sensível e evaporativa são os mais importantes processos na regulação da temperatura foliar, e a razão dos dois fluxos é denominada razão de Bowen (TAIZ; GEIZER, 2013). Desta forma, em plantas com restrição da transpiração, que é um dos efeitos da restrição hídrica, a perda de calor sensível é primordial na regulação da temperatura foliar.

Conforme Oliveira *et al.* (2007), a folha é a estrutura responsável pela produção da maior parte dos carboidratos essenciais ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais, responsáveis por 90% da massa seca acumulada nas plantas, resultante da atividade fotossintética e em muitas situações serve com fonte de translocados aos órgãos de produção econômica do vegetal.

Pesquisas futuras, com estas e outras espécies, poderão ser relevantes para tecer informações na tomada de decisão como: em anos de seca severa, quais as espécies podem apresentar melhores condições de sobrevivência no início do desenvolvimento. Estas informações serão úteis na escolha de espécies a serem empregadas em áreas como o Seridó oriental potiguar, vítima do desflorestamento, decorrente principalmente da atividade ceramista, empregando recursos florestais na queima dos fornos, para a produção de telhas e tijolos.

Este trabalho pode auxiliar trazendo subsídios ao reflorestamento das áreas atingidas pela ação antrópica, selecionando espécies nativas que melhor suportem a deficiência hídrica, nos estádios iniciais do seu desenvolvimento.

7. CONCLUSÕES

De forma geral, o crescimento da parte aérea e radicular foi mais afetado em *E. velutina* que em *E. contortisiliquum*;

Levando-se em conta que a primeira é mais abundante no Seridó oriental potiguar, não foi possível se estabelecer uma relação direta entre manutenção do crescimento e tolerância à seca, sugerindo que a inibição do crescimento em situação de restrição hídrica pode ser uma estratégia importante para a sobrevivência das plantas em ambientes secos;

Alterações na morfologia das folhas em função do estresse hídrico foram mais evidentes em *E. velutina*.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v.16, n.3, p.273-285, 2002.

ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P. Métodos e técnicas de pesquisa etnobotânica. Recife: LivroRápido/NUPEEA, 2004. 189p.

ALCALAY, N.; AMARAL, D.M.I. Quebra de dormência em sementes de timbaúva - *Enterolobium contortisiliquum* (Veil.) Morong. *Silvicultura em São Paulo*, v.16A, p.1149-1152, 1982.

ANDRADE, L.A. *et al.* Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. *Cerne*, v.11, n.3, p.253-262, 2005.

ANDRADE, W.A. Variações de abundância em populações de plantas da Caatinga. 54f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2000.

ARAÚJO, A.P.; SOBRINHO, S.P. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. *Revista Árvore*, v.35, n.3, p.581-588, 2011.

ARAÚJO, E.L. *et al.* Ecofisiologia de plantas da Caatinga e implicações na dinâmica das populações e do ecossistema pp. 329-361. In: MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P. (Eds.). Biodiversidade, potencial econômico e processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos. Recife: Editora Comunigraf, 2008.

ASSAD E.D.; PELEGRINO, G.Q. O clima e a potência ambiental. **Revista Agroanalysis**, v. 27, n.4, p.E3-E4, 2007.

BARBEDO, C.J.; MARCOS-FILHO, J. Tolerância à dessecação de sementes. *Acta Botânica Brasílica*, v.12, n.2, p.145-164, 1998.

BARBOSA, D.C.A. Crescimento de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. (Leguminosae-Mimosoideae). *Phyton*, v.52, n.1, p.51-62, 1991.

BARBOSA, D.C.A.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; MELO FILHO, P.A.. Comparative studies of growth in three species of "Caatinga" submitted to water stress. *Phyton*, v.69, p.45-50, 2000

BARBOSA, D.C.A.; PRADO, M.C.G. Quantitative analysis of the growth of *Parkinsonia aculeata* L. in greenhouse. *Phyton*, v.52, p.17-26, 1991.

BARBOSA, F.R.; GUSMÃO, L.F.P.; BARBOSA, F.F. Fungos anamórficos (Hyphomycetes) no semi-árido do estado da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v.22, p.29-36, 2008.

BARROS, L.M.; BARBOSA, D.C.A. Crescimento de *Acacia farnesiana* (L.) Willd. em casa de vegetação. *Phyton*, v.57, n.2, p.179-191, 1995.

BARUCH, Z.; MÉRIDA, T.. Effects of drought and flooding on root anatomy in four tropical forage grasses. *International Journal the Plant Science*, v.156, p.514-521, 1995.

BENÍCIO; T.M.A. *et al.* Intoxication by the pods of *Enterolobium contortisiliquum* in goats, p.514-519. In: PANTER, K.E.; WIRENGA, T.L.; PFISTER, J.A. (Eds), *Poisonous Plants: Global research and solutions*, Oxon: CABI Publishing, 2007. 568p.

BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BENINCASA, M.M.P.; LEITE, I.C. *Fisiologia Vegetal*. Jaboticabal: FUNEP. 2004. 169p.

BLAKE, T.J. Transplanting shock in white spruce: Effect of cold storage and root pruning on water relations and stomatal conditioning. *Plant Physiology*, v.57, n.2, p.210-216, 1993.

CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO E.A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia áurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. *Acta Botanica Brasilica*, v18, n.2, p.241-251, 2004.

CALVACHE, A.M. *et al.* Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso de água em uma cultura do feijão. *Scientia Agrícola*, v.54, p.232-240, 1997.

CARDOSO, E.A. *et al* Emergência de plântulas de *Erythrina velutina* em diferentes posições e profundidades de semeadura. *Ciência Rural*, v.38, p.2618-2621, 2008.

CAVATTE, P.C. *et al* Desenvolvimento de variedades visando à tolerância à seca em *Coffea canephora*: um enfoque fisiológico. In: TOMAZ, M.A. *et al* (Org.). Seminário para a Sustentabilidade da Cafeicultura. Alegre: Editora UFES, p. 1-20, 2008.

CHAVES FILHO, J.T.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. *Revista Brasileira de Botânica*, v.24, n.2, p.199-204, 2001.

CHAVES, M.M. *et al.* How plants cop with water stress in the field. *Photosynthesis and growth*. *Annals of Botany*, v.89, p.907-916, 2002.

CRAWLEI, M.J. *The R book*. New Jersey: Wiley, 2007. 95p.

DANTAS, M.C. *et al.* Central nervous system effects of the crude extract of *Erythrina velutina* on rodents. *Journal of Ethnopharmacol*, v.94, p.129-133, 2004.

EIRA, M.T.S., FREITAS, R.W.A., MELLO, C.M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Veel.) Morong. *Leguminosae*. *Revista brasileira de sementes*, v. 15, p. 177-181, 1993.

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. O gênero *Erythrina* L. no PAMG – Herbário da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. *Daphne*, v.3, p.20-25, 1993

FAO. Food production and security. 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGL/agll/spush/topic1.htm#brazil>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

FARIAS, S.G.G. Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral da gliricídia (*Gliricidia sepium* Jacq. Walp.). 2008. 61f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande. Patos.

FARQUHAR, G.D.; SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, v.33, p.317-345, 1982.

FIGUEIRÔA, J.M.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Miracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. *Acta Botânica Brasílica*, v.18, n.3, p.573-580, 2004.

FITTER, A.H.; HAY, R.K.M. *Environmental physiology of plants*. New York: Academic Press, 2001. 367p.

GAMA, N.S. Estudos ecofisiológicos em *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., (*Leguminosae caesalpinoidea*) na região semi-árida do Estado de Alagoas. 1992 129f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS J.R.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. (Ed.). *Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido*. Fortaleza: DCS/UFC, 2000.

GONÇALVES, J.F.C. *et al.* Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.17, p.325-334, 2005.

GRIME J.P.; MACKEY, J.L.M. The role of plasticity in resource capture by plants. *Evolutionary Ecology*, v.16, p.299 - 307, 2002.

HANBA, Y.T.; KOGAMI, H.; TERASHIMA, L. The effects of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. *Plant Cell and Environment*, v.25, n.8, p.1021-1030, 2002.

IVANUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R. Florística e fitossociologia de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.23, n.3, p.291-304, 2000.

KUDREV, T.G. Água: vida das plantas. São Paulo: Ícone, 1994. 178 p.

KUMP, L.R. Reducing uncertainty about carbon dioxide as a climate driver. *Nature*, v.419, p.188-190, 2002.

KVER, J. *et al.* Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, T.; JARVIS, P.G. (Eds.) *Plant photosynthetic production: manual of methods*. The Hague: W. Junk, 1971. 850p.

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

LEAL, I.R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. In: *Conservação Internacional do Brasil. Megadiversidade Vol.1*, p.139-146. 2005. Disponível em: http://www.conservacao.org/publicacoes/files/19_Leal_et_al.pdf

LECHINOSKI, A.L. *et al.* Influência do estresse hídrico nos teores de proteínas e aminoácidos solúveis totais em folhas de teca (*Tectona grandis* L. f.). *Revista Brasileira de Biociências*, v.5, p.927-929, 2007.

LENHARD, N.R.; SCALON, S.P.Q.; JOSÉ, O.N. Crescimento inicial de mudas de pau ferro (*Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth.) sob diferentes regimes hídricos. *Ciência e Agrotecnologia*, vol.34, n.4, p.870-877, 2010.

LIBERATO, M.A.R. *et al.* Leaf water potential, gas exchange and chlorophyll *a* fluorescence in acariquara seedlings (*Minquartia guianensis* Aubl.) under water stress and recovery. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.18, p.315-323, 2006.

LICHTENTHALER, H.K. Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *Journal of Plant Physiology*, v.148, n.1, p.4-14, 1996.

LIMA, D.A. Plantas das Caatingas. Rio de Janeiro: Academia brasileira de ciências. 1989. 465p.

LIU, F.; STÜTZEL, H. Biomass partitioning, specific leaf area, and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to drought stress. *Scientia Horticulturae*, v. 102, p.15-27, 2004.

LO GULLO, M.A. *et al.* Relations between vulnerability to xylem embolism and xylem conduit dimensions in young trees of *Quercus cerris*. *Plant, Cell and Environment*, v.18 , p.661-669, 1995.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, v.1, 4th Nova Odessa: Editora Instituto Plantarum, 2002. 2368p.

MACHADO, R.S. *et al.* Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar, em diferentes fases fenológicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, p.1575-1582, 2009.

MAGALHÃES FILHO, J.R. *et al.* Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira ‘Valência’ sobre dois tipos de porta-enxerto. *Bragantia*, v.67, p.75-2, 2008.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. Fichas de características das madeiras brasileiras. São Paulo: (Publicação IPT 1791) Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 418p.

MARCHIORO, M. *et al.* Anti-nociceptive activity of the aqueous extract of *Erythrina velutina* leaves. *Fitoterapia*, v.76, p.637-642, 2005.

MARTINS, M.O. *et al.* Crescimento de plantas jovens de Nim-Indiano (*Azadirachta indica a. juss.* - Meliaceae) sob diferentes regimes hídricos *Revista Árvore*, vol.34, n.5, p.771-779, 2010.

MESQUITA, A.L. Revisão taxonômica do gênero *Enterolobium contortisiliquum* (Mimosoideae), para a região neotropical. 1990. 222f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. Nova delimitação do semi-árido brasileiro. Brasília: MISDR. 2005.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, v.25, n.2, p.239-250, 2002.

NASCIMENTO, H.H.C. *et al.* Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. *Revista Árvore*, v.35, n.3, p.617-626, 2011.

OLIVEIRA, M.L.R. *et al.* Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, v.29, p.213-225, 2005.

OLIVEIRA, M.S.G. *et al.* Antinociceptive and anti-inflammatory activity of hydroalcoholic extracts and fractions from *Erythrina mulungu*. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v.22. p.157–161, 2012 In: DA CUNHA, E.V.L. *et al.* Eryvellutinone, na isoflavanone from the stem bark of *Erythrina vellutina*. *Phytochemistry*, v.43, n.6, p.1371-1373, 1996.

OLIVEIRA, R.A. *et al.* Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.37, n.2, p.71-76, 2007.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L.M. *Fisiologia e Produção Vegetal*. Lavras: Editora UFLA, 2006. 104p.

PENNINGTON, R.T. *et al.* Historical climate change and speciation: Neotropical seasonally dry forest plants show patterns of both Tertiary and Quaternary diversification. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v.359, p.515-538, 2004.

PEREZ, S.C.J.G.A. Crescimento e resistência à seca da algarobeira (*Prosopis juliflora* DC) cultivada em solo de cerrado com ou sem adubo orgânico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.30, p.287-94, 1998.

PIMENTA, J.A. *et al.* Adaptations to flooding by tropical trees: morphological and anatomical modifications. In: SCARANO, F.R.; FRANCO, A.C. (eds.). Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics. Series Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, v.4, p.157-176, 1998.

PITMAN, W.D. *et al.* Histological differences in moisture-stressed and nonstressed kleingrass forage. Crop Science, v.23, p.793-795, 1983.

RAUPP, I.M. *et al.* Anxiolytic-like effect of chronic treatment with *Erythrina velutina* extract in the elevated plus-maze test. Journal of Ethnopharmacol, v.118, p.295-299, 2008.

RIZZINI, C.T. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda, 1997. 747p.

RODAL, M.J.N.; SAMPAIO, E.V.S.B. A vegetação do bioma caatinga. p.11-24 In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, J.V.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L.(ed.). Vegetação e flora das caatingas. Recife: APNE / CNIP, 2002. 176p.

SALAMONI, A.T. Apostila de aulas teóricas de Fisiologia Vegetal. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria. sem.2, 2008.

SAMPAIO, E.V.S.B. *et al.* Vegetação e flora da caatinga. Recife: APNE/CNIP, 2002. 176p.

SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Diversidade e estrutura fitossociológica da caatinga na estação ecológica do Seridó-RN. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.6, n.2, p.232-242, 2006.

SANTIAGO, A.M.P. Aspectos do crescimento do sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) em função da disponibilidade de água no solo. Dissertação (Mestrado em Botânica), 2000, 32f. Recife, UFPE.

SANTOS JUNIOR, U.M.; GONÇALVES, J.F.C.; FELDPAUSCH, T.R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v.226, p.299-309, 2006.

SANTOS, L.W. Propagação e produção de mudas de mulungu, *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae) e jucá, *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Caesalpinaceae) em Mossoró/RN, 2011. 68f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal Rural do Semiárido.

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SCHLICHTING, C.D. The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.17, p.667-693, 1986.

SCHLICHTING, C.D.; SMITH, H. Phenotypic plasticity: linking molecular mechanisms with evolutionary outcomes. *Evolutionary Ecology*, v.16, p.189-211, 2002.

SCHLUTER, U. et al. Photosynthetic performance of an *Arabidopsis* mutant with elevated stomatal density (*sdd1-1*) under different light regimes. *Journal of Experimental Botany*, v.54, n.383, p.867-874, 2003.

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M. Crescimento de quatro espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico em casa-de-vegetação. *Revista Ceres*, v.50, n.288, p.203-217, 2003.

SILVA, E.C. et al. Growth evaluation and water relations of *Erythrina velutina* seedlings in response to drought stress. *Brasilian Journal of Plant Physiology*, V.22, n.4, p.225-233, 2010.

SILVA, K.B. et al. Quebra de dormência em sementes de *Erythrina velutina* Willd. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, supl.2 , p. 180-182, jul. 2007.

SUASSUNA, J.F. Produção de fitomassa em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico na formação do porta-enxerto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.12, p.1305-1313, 2012.

SULTAN, S.E. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends Plant Science*, v.5, p.537–542, 2000.

TAIZ, L; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*, 5ª Edição. Porto Alegre: Artmed. 2013. 918p.

TARDIEU, F. Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress. *Comptes Rendus Geoscience*, v.337, p.57-67, 2005.

TOKARNIA, C.H. *et al.* Experimentos em bovinos com favas de *Enterolobium cotortisilliquum* e *Enterolobium tibouva* para verificar propriedades fotossensibilizantes e/ou abortivas. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.19, n.1, p.39-45. 1999.

TURNER, N.C. Further progress in crop water relations. In: SPARKS, D.L. (Ed.). *Advances in Agronomy*, v.58, p.293-337, 1997.

VASCONCELOS, S.M.M. *et al.* Antinociceptive activities of the hydroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu* in mice. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, v.26, p.946–949, 2003.

VASCONCELOS, S.M.M. *et al.* Anticonvulsant activity of hydroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu*. *Journal of Ethnopharmacol*, v.110, p.271-274, 2007.

VASELLATI, V. *et al.* Effects of flooding and drought on the anatomy of *Paspalum dilatatum*. *Annals of Botany*, v.88, p.355-360, 2001.

VIA, S. Adaptive phenotypic plasticity: target or by-product of selection in a variable environment. *The American Naturalist* 142:352-365, 1993

VIA, S. *et al.* Adaptive phenotypic plasticity: consensus and controversy. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 19, p.212-217, 1995.

VICENTE, A.; SANTOS, M. M.; TABARELLI, M. Variação do modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no nordeste do Brasil. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. 2.ed. Recife: Editora da UFPE, 2005.

VILLAGRA, P. E.; CAVAGNARO, J. B. Water stress effects on the seedling growth of *Prosopis argentina* and *Prosopis alata*. *Journal of Arid Environments*, v.64, p.390-400, 2006.

ZHU, J.K. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, v.53, p.247–273, 2002.