

MYCHELLE KARLA TEIXEIRA DE OLIVEIRA

ESTUDOS ECOFISIOLÓGICOS COM MUDAS DE MULUNGU
(*Erythrina velutina* Willd.)

MOSSORÓ - RN

2014

MYCHELLE KARLA TEIXEIRA DE OLIVEIRA

ESTUDOS ECOFISIOLÓGICOS COM MUDAS DE MULUNGU

(*Erythrina velutina* Willd.)

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Fitotecnia, área de concentração em Agricultura Tropical.

ORIENTADOR:

Prof^o. DSc. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski

MOSSORÓ-RN
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

O48e Oliveira, Mychelle Karla Teixeira de Oliveira.

Estudos ecofisiológicos com mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.). / Mychelle Karla Teixeira de Oliveira.. -- Mossoró, 2014.

186f.: il.

Orientador: Prof^o. DSc. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski.

Tese (Pós-Graduação em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação.

1. Ecofisiologia. 2. Fitomassa. 3. Revegetação. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT

CDD: 581.7

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB4 /120

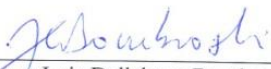
MYCHELLE KARLA TEIXEIRA DE OLIVEIRA

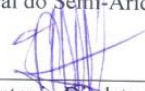
ESTUDOS ECOFISIOLÓGICOS COM MUDAS DE MULUNGU
(*Erythrina velutina* Wild.)

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Fitotecnia, área de concentração em Agricultura Tropical.

APROVADA EM: 25/02/2014

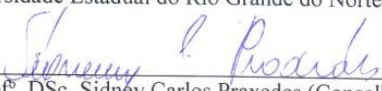
BANCA EXAMINADORA


Prof.^o. DSc. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski (Orientador)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)


Prof.^o. DSc. Marco Antonio Odoato (Conselheiro)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)


Prof.^o. DSc. Mayra Fernandes Nobre (Conselheira)
Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN)


Prof.^o. DSc. Ramiro Gustavo Valera Camacho (Conselheiro)
Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN)


Prof.^o. DSc. Sidney Carlos Praxedes (Conselheiro)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Para mudar
o mundo
é preciso mudar
as pessoas.

Dois pesos.
Duas medidas.

Aos meus pais,
Maria Gorete Teixeira e Walter Ribeiro de Oliveira (desaparecido).
Ao meu esposo, Francisco de Assis de Oliveira.
Ao meu irmão, Mychell Teixeira de Araújo.
A todos os meus familiares.
Aos amigos.

Dedico.

A todo aquele que dedica a vida à Ciência.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Ao Deus de toda a sabedoria e discernimento.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Ufersa.

A Capes e Capes-Reuni, pela concessão da bolsa de estudos e a Petrobras, pelo auxílio financeiro para instalação dos experimentos.

Ao professor orientador, Jeferson Luiz Dallabona Dombroski, pela orientação, amizade, paciência, confiança, dedicação e ética profissional.

Aos conselheiros Marco Antonio Diodato, Mayra Fernandes Nobre, Sidney Carlos Praxedes e Ramiro Gustavo Valera Camacho, pelas sugestões.

Em especial ao professor Francisco Augusto Alves Câmara (Du), pelo apoio acadêmico no início de minha carreira estudantil.

Aos demais professores da instituição, pela contribuição para minha formação profissional.

Aos funcionários da Instituição de Ensino, incluindo todos os servidores de prestadores de serviços, em especial ao senhor João, do “Viveiro de mudas”.

Ao meu esposo, Francisco de Assis de Oliveira (Thikão), por estarmos continuamente juntos no amor, na amizade, compreensão, dedicação, paciência e confiança.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!

BIOGRAFIA

Mychelle Karla Teixeira de Oliveira, filha de Walter Ribeiro de Oliveira (desaparecido) e Maria Gorete Teixeira, nasceu em Natal/RN, em 26 de julho de 1980. Iniciou os estudos na cidade de Goianinha/RN, cursando o nível fundamental, 1º grau fundamental na Escola Municipal Drº. Hélio Mamedes de Freitas Galvão, 2º grau científico na Escola Estadual João Tibúrcio, concluindo em 1999. Foi habilitada para o magistério pela Escola Estadual Professor Francisco Barbosa, no município de São José de Mipibú/RN, em 2001. Ingressou como servidora pública do município de Goianinha/RN mediante aprovação em concurso público, sendo nomeada para exercer a função de professora de Ensino Médio, em 2002. Iniciou o curso de Engenharia Agrônômica, em agosto de 2003, na Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), obtendo o título de Engenheira Agrônoma em dezembro de 2007. Em fevereiro de 2008, iniciou o curso de Pós-Graduação em nível de mestrado em Agronomia-Fitotecnia, concluindo-o em dezembro de 2009. Em fevereiro de 2010, iniciou o curso de Pós-Graduação em nível de doutorado em Fitotecnia, concluindo-o em 25 de Fevereiro de 2014, pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

RESUMO

OLIVEIRA, Mychelle Karla Teixeira de. Estudos ecofisiológicos com mudas de *Erythrina velutina*. 2014. 186f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa da Caatinga. Objetivou-se obter informações da ecofisiologia de mudas de *Erythrina velutina*. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo. Experimento 01 - níveis de luminosidade (pleno sol e 50% de sombreamento). Experimento 02 - Substratos (arisco + esterco bovino curtido (4:1) e subsolo da área do campus de Angicos + esterco bovino curtido (4:1)) e o segundo fator constituído de dois Acessos (árvores distribuídas no campus da UFERSA). Experimento 03 – Substratos organo-minerais (S1 - arisco; S2 - arisco + esterco bovino curtido (20%); S3- arisco + superfosfato simples (300 g m^{-3}); S4 - arisco + superfosfato simples + micronutrientes (300 g m^{-3} , 50 g m^{-3}); S5 - arisco + superfosfato simples + micronutrientes + esterco bovino curtido (300 g m^{-3} , 50 g m^{-3} , 20%)) e o segundo fator constituído de dois Acessos. Experimento 04 - manejo de irrigação (sem ou com restrição hídrica). Os experimentos 01 e 02 foram avaliados a cada 28 dias, e 03 e 04 a cada 14 dias, analisando: comprimento da parte aérea, número de folhas, diâmetro de coleto, área foliar, massa da matéria seca (caule, folhas, raiz, parte aérea, relação massa da parte aérea e de raiz, e total), razão de área foliar, razão de peso foliar, área foliar específica, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida. A condição de sombreamento possibilitou maiores taxas de crescimento, fitomassa e área foliar, sendo observada ocorrência de estresse hídrico, verificada pela redução da área foliar e da fitomassa. Mudas com maiores valores de fitomassa podem ser produzidas em substratos constituídos de esterco bovino curtido e diferentes solos. Na análise de crescimento, ambos os Acessos tiveram crescimento semelhante nos substratos orgânicos. Obtiveram-se maiores valores de taxas de crescimento quando produzidas nos Substratos 5 e 2. Foram obtidos maiores valores de taxas de crescimento e biomassa do Acesso 2. As mudas foram influenciadas pela restrição hídrica à qual foram submetidas e a condição de irrigação diária possibilitou maiores taxas de crescimento. A produção de mudas de *Erythrina velutina* pode ser realizada em condição de viveiros com 50% de sombreamento, manejo de irrigação diária, em substratos constituídos de arisco mais esterco e substratos organo-minerais.

Palavras-chave: Crescimento. Fitomassa. Ecofisiologia. Revegetação.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Mychelle Karla Teixeira de. Ecophysiological studies with seedlings of *Erythrina velutina*. 2014. 186f. Thesis (Doctorate in Plant Production: Tropical Agriculture) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

Erythrina velutina is a native tree species to Caatinga. The objective of this work was to obtain information on ecophysiology of *Erythrina velutina* seedlings. The experiments were conducted with completely randomized blocks, with branches subdivided in time. Experiment 1 – levels of lightness (full sunlight and 50% shade). Experiment 2 – Substrates (sand + cattle manure (4:1) and soil of Angicos campus + cattle manure (4:1)) and the second factor consisted of two accessions. Experiment 3 – Substrates organic-minerals. (S1 - sand; S2 - sand + cattle manure (20%); S3 - sand + superphosphate (300 g m⁻³); S4 - sand + simple superphosphate + micronutrients (300 g m⁻³, 50 g m⁻³); S5 - sand + superphosphate simple + micronutrients + cattle manure (300 g m⁻³, 50 g m⁻³, 20%) and the second factor consisted of two accessions. Experiment 4 – Irrigation management (without or with water restriction). Experiments 1 and 2 were analyzed at each 28 days, and the experiments 3 and 4 were analyzed at each 14 days, analyzing: shoot length, leaf number, basal diameter, leaf area, dry matter (aerial part, branches, leaves, roots, shoots, shoot to root dry weight ratio), leaf area ratio, leaf weight ratio, specific leaf area, absolute growth rate, relative growth rate and net assimilation rate. Shading condition made it possible greater growth rates, biomass and leaf area, being observed water stress. Seedlings with greater biomass values may be produced in areas with cattle manure and different soils. In the growth analysis, both accesses had growth rates similar on the organic substrates. We obtained greater values of growth rate when produced on the substrates 5 and 2. We obtained greater values of growth rates and biomass from the access 2. The seedlings were influenced by the water restriction to which they were submitted and the condition of daily irrigation made it possible the greater growth rates. The production of *Erythrina velutina* seedlings may be realized in conditions of an arboretum 50% of shading, daily irrigation management, in substrates constituted by sand and manure and organic-mineral substrates.

Keywords: Growth. Biomass. Ecophysiology. Revegetation.

SUMÁRIO

1.	CAPÍTULO - INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO	21
1.1	INTRODUÇÃO	21
1.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
1.2.1	Caracterização da espécie	22
1.2.2	Importância ecológica.....	25
1.2.3	Distribuição geográfica da espécie.....	26
1.2.4	Importância da espécie	27
1.2.5	Manejo da espécie	28
1.2.6	Análise do crescimento de plantas	31
1.2.7	Qualidade de muda	31
1.2.8	Estresse hídrico	34
1.3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
2.	CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE <i>Erythrina velutina</i> SOB SOMBREAMENTO	45
2.1.	RESUMO.....	45
2.2.	ABSTRACT.....	46
2.3.	INTRODUÇÃO	47
2.4.	MATERIAL E MÉTODOS	48
2.5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
2.6.	CONCLUSÕES	69
2.7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
3.	CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE <i>Erythrina velutina</i> EM DIFERENTES SUBSTRATOS.....	73
3.1.	RESUMO.....	73
3.2.	ABSTRACT.....	74
3.3.	INTRODUÇÃO	75
3.4.	MATERIAL E MÉTODOS	77
3.5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
3.6.	CONCLUSÕES	109
3.7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
4.	CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Erythrina velutina</i> EM SUBSTRATOS ORGANO-MINERAIS	113
4.1	RESUMO.....	113
4.2	ABSTRACT.....	114
4.3	INTRODUÇÃO	115
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	117
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	120
4.6	CONCLUSÕES	151
4.7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	152
5	CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Erythrina velutina</i> NA CONDIÇÃO DE RESTRIÇÃO HÍDRICA	157
5.1	RESUMO.....	157
5.2	ABSTRACT.....	158

5.3	INTRODUÇÃO	159
5.4	MATERIAL E MÉTODOS	161
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	163
5.6	CONCLUSÕES	182
5.7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	182
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	186

LISTAS DE TABELAS

2. CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE <i>Erythrina velutina</i> SOB SOMBREAMENTO	45
Tabela 1 - Resumo da análise de variância, valores de F e valores médios para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC) e área foliar (AF) de <i>Erythrina velutina</i> em 50% de sombreamento, Mossoró, UFERSA, 2014.	51
Tabela 2 - Resumo da análise de variância, valores de F e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de <i>Erythrina velutina</i> em 50% de sombreamento, Mossoró, UFERSA, 2014.....	51
Tabela 3 - Resumo da análise de variância, valores de F e valores médios para as variáveis: razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), e taxa assimilatória líquida (TAL) de <i>Erythrina velutina</i> em 50% de sombreamento, Mossoró, UFERSA, 2014.	52
3. CAPÍTULO – CRESCIMENTO DE <i>Erythrina velutina</i> EM DIFERENTES SUBSTRATOS	73
Tabela 1 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC), área foliar (AF) de dois Acessos de <i>Erythrina velutina</i> semeadas em dois Substratos, Mossoró, UFERSA, 2014.	80
Tabela 2 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de dois Acessos de <i>Erythrina velutina</i> semeadas em dois Substratos, Mossoró, UFERSA, 2014.	81
Tabela 3 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), e taxa assimilatória líquida (TAL) de dois Acessos de <i>Erythrina velutina</i> semeadas em dois Substratos, Mossoró, UFERSA, 2014.	82
4. CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Erythrina velutina</i> EM SUBSTRATOS ORGANO-MINERAIS	113
Tabela 1 - Dados da análise química dos substratos utilizados no estudo de emergência e desenvolvimento de mudas antes da semeadura.	118
Tabela 2 - Resumo da análise de variância, e os valores de F, e valores médios para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC) e área foliar (AF) de <i>Erythrina velutina</i> semeadas em substratos organo-minerais, Mossoró, UFERSA, 2014.....	120

Tabela 3 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de <i>Erythrina velutina</i> semeadas em substratos organo-minerais, Mossoró, UFERSA, 2014.	121
Tabela 4 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de <i>Erythrina velutina</i> semeadas em Substratos organo-minerais, Mossoró, UFERSA, 2014.....	122
5 CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Erythrina velutina</i> NA CONDIÇÃO DE RESTRIÇÃO HÍDRICA	157
Tabela 1 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC) e área foliar (AF) de <i>Erythrina velutina</i> conduzidas sem e com restrição hídrica, Mossoró, UFERSA, 2014.....	163
Tabela 2 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de <i>Erythrina velutina</i> conduzidas sem e com estresse hídrico, Mossoró, UFERSA, 2014.....	164
Tabela 3 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) de <i>Erythrina velutina</i> conduzidas sem e com estresse hídrico, Mossoró, UFERSA, 2014.....	164

LISTAS DE FIGURAS

2. CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE <i>Erythrina velutina</i> SOB SOMBREAMENTO	45
Figura 1 - Comprimento da parte aérea (A) e número de folhas (B) de <i>Erythrina velutina</i> em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	53
Figura 2 - Diâmetro de coleto (A) e área foliar (B) de <i>Erythrina velutina</i> em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	56
Figura 3 - Massa seca de caule (A) e massa seca de folha (B) de <i>Erythrina velutina</i> em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	58
Figura 4 - Massa seca da parte aérea (A) e massa seca de raiz (B) de <i>Erythrina velutina</i> em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	60
Figura 5 - Relação massa seca da parte aérea e raiz (A) e massa seca total (B) de <i>Erythrina velutina</i> em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	63
Figura 6 - Razão de área foliar (A) e Razão de peso foliar (B) de <i>Erythrina velutina</i> em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	64
Figura 7 - Área foliar específica (A) e Taxa de crescimento absoluto (B) de <i>Erythrina velutina</i> em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	67

Figura 8 - Taxa de crescimento relativo (A) e Taxa assimilatória líquida (B) de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014..... 68

3. CAPÍTULO – CRESCIMENTO DE *Erythrina velutina* EM DIFERENTES SUBSTRATOS..... 73

Figura 1 - Comprimento da parte aérea de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 83

Figura 2 - Número de folhas de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014..... 85

Figura 3 - Diâmetro de coleto de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014..... 87

Figura 4 - Área foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014..... 88

Figura 5 - Massa seca de caule de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014..... 90

Figura 6 - Massa seca de folha de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014..... 91

Figura 7 - Massa seca da parte aérea de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014..... 93

Figura 8 - Massa seca de raiz de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	95
Figura 9 - Relação massa seca da parte aérea e raiz de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	96
Figura 10 - Massa seca total de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	98
Figura 11 - Razão de área foliar de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	100
Figura 12 - Razão de peso foliar de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	101
Figura 13 - Área foliar específica de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	103
Figura 14 - Taxa de crescimento absoluto de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	104
Figura 15 - Taxa de crescimento relativo de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	106

Figura 16 - Taxa assimilatória líquida de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 107

4. CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Erythrina velutina* EM SUBSTRATOS ORGANO-MINERAIS 113

Figura 1 - Comprimento da parte aérea de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 123

Figura 2 - Número de folhas de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 125

Figura 3 - Diâmetro de coleto de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 127

Figura 4 - Área foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 129

Figura 5 - Massa seca de caule de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 130

Figura 6 - Massa seca foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 132

Figura 7 - Massa seca da parte aérea de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 133

Figura 8 - Massa seca de raiz de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	135
Figura 9 - Relação massa seca da parte aérea e raiz de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	137
Figura 10 - Massa seca total de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	139
Figura 11 – Razão de área foliar de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	141
Figura 12 – Razão peso foliar de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	143
Figura 13 – Área foliar específica de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.....	145
Figura 14 – Taxa de crescimento absoluto de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	147
Figura 15 – Taxa de crescimento relativo de acessos de <i>Erythrina velutina</i> (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	149

Figura 16 – Taxa de assimilatória líquida de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 150

5 CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Erythrina velutina* NA CONDIÇÃO DE RESTRIÇÃO HÍDRICA 157

Figura 1 - Comprimento da parte aérea (A) e número de folhas (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.... 166

Figura 2 – Diâmetro de coleto (A) e área foliar (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 169

Figura 3 – Massa seca de caule (A) e massa seca de folha (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 170

Figura 4 – Massa seca da parte aérea (A) e massa seca de raiz (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.... 171

Figura 5 – Relação massa seca da parte aérea e raiz (A) e massa seca total (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 175

Figura 6 – Razão de área foliar (A) e razão de peso foliar (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014. 177

Figura 7 – Área foliar específica (A) e taxa de crescimento absoluto (B) de <i>Erythrina velutina</i> conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	179
Figura 8 – Taxa de crescimento relativo (A) e taxa assimilatória líquida (B) de <i>Erythrina velutina</i> conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.	181

1. CAPÍTULO - INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 INTRODUÇÃO

A importância principal da produção de mudas nativas está relacionada ao aumento na procura para emprego em programas de recuperação de áreas de preservação para fim de cumprimento da legislação ambiental. Plantio de mudas é o método mais utilizado no Brasil para reflorestamento e paisagismo urbano. Para tanto, a qualidade morfofisiológica da muda pode garantir a sobrevivência, crescimento e desenvolvimento fora do viveiro.

Dentre as vantagens de se utilizar espécies nativas em programas de recuperação de áreas degradadas ou de preservação ambiental pode-se citar: a contribuição para a conservação da biodiversidade local e regional, protegendo ou expandindo as fontes naturais de diversidade genética da flora em questão e da fauna a ela associada; vantagens técnicas e econômicas devido à proximidade da fonte de propágulos; facilidade de aclimação e perpetuação das espécies (OLIVEIRA FILHO, 1994).

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa podendo ser encontrada em diferentes regiões do país desde o Estado do Ceará até o de São Paulo, sendo comum em várzeas úmidas e margens de rios, recebe diversos nomes vulgares, de acordo com cada região, como bucaré, mulungu, mulungu-da-flor-vermelha e mulungu-da-flor-amarela (Ceará); muchôco e mulungá (Minas Gerais); mulungu (Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe e São Paulo) (CARVALHO, 2008).

Empregada no paisagismo, sendo indicada para plantio em margens de corpos d'água, ruas, praças, avenidas, parques e jardins; utilizada na medicina popular devido a propriedades sudorífica, calmante, emoliente, anestésica, relaxante, contra insônia e anti-inflamatória; a madeira é útil na confecção de

jangadas, brinquedos, tamancos, palitos de fósforo, mourões, estacas e caixotaria (LORENZI; MATOS, 2008; MATOS; QUEIROZ, 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

O mulungu se destaca como tolerante à competição pela rusticidade, resistência à seca e capacidade de fixar nitrogênio, características pertinentes de uma espécie própria para ser utilizada na recuperação de áreas degradadas (HOLANDA et al., 2010; SANTOS et al., 2012).

A produção de mudas de espécies arbóreas nativas visando à recuperação de áreas perturbadas e degradadas na Caatinga oferece um desafio em particular, devido à má distribuição de chuvas e aos solos rasos, fatores que culminam na ocorrência comum de estresse hídrico nas plantas, o que contribui para o aumento da mortalidade das mudas e baixas taxas de crescimento das plantas. Assim, são necessários estudos visando à otimização da produção de mudas e o entendimento das características ecofisiológicas que condicionam essas plantas, visando a maximização das taxas de sobrevivência das plantas no semiárido.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar estudos ecofisiológicos com mudas de *Erythrina velutina* submetidas a diferentes condições de produção.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Caracterização da espécie

O mulungu [*Erythrina velutina* Wild., Fabaceae (Leguminosae-Papilionoideae)], planta decídua e heliófita, é característica de várzeas úmidas e margens de rios da caatinga da região semiárida do Nordeste brasileiro. É árvore que pode chegar de 8 a 15 m de altura e de 40 a 80 cm de diâmetro (CARVALHO, 2008).

A espécie nativa mulungu pertence à Divisão: Angiospermae, Ordem: Fabales. Família: Fabaceae. Cronquist classifica como Leguminosae, Subfamília:

Faboideae (Papilionoideae), Gênero: *Erythrina*, Subgênero: *Erythraster* Barneby & Krukoff, Espécie: *Erythrina velutina* Willdenow, segundo Carvalho (2008).

Recebe a denominação em referência às suas flores que, do grego *Erythro*, significa vermelho (BARROSO, 1991). Seus nomes comuns por Unidades da Federação são: no Ceará: bucaré, mulungu, mulungu-da-flor-vermelha e mulungu-da-flor-amarela; em Minas Gerais: muchôco e mulungá; Paraíba, em Pernambuco, no Rio Grande do Norte, no Estado de São Paulo e em Sergipe: mulungu (CARVALHO, 2008). Conhecida também por amansa-senhor, árvore-de-coral, bico-de-papagaio, canivete, capa homem, corticeira, flor-de-coral, suína, suinã-suinã, tiricero (LORENZI; MATOS, 2008), mulungu-da-catinga, pau-de-coral, sanaduí, sananduva (LORENZI, 2002).

Pode ser citado como sinonímia botânica: *Chirocalyx velutinus* Walp., *Coraliodendron velutinum* (Willd.) Kuntze, *Erythrina aculeatissima* Desf., *Erythrina splendida* Diels (CARVALHO, 2008). Segundo Silva et al. (2008), a *Erythrina velutina* assemelha-se a *Erythrina speciosa* quanto às características morfológicas.

Segundo Carvalho (2008), a descrição botânica inclui as seguintes características: forma biológica e estacionalidade: é arbórea (árvore) aculeada ou espinhenta, de comportamento foliar decíduo. De acordo com Lorenzi e Matos (2008), é uma árvore decídua, de copa aberta e arredondada, muito florífera e ornamental, espinhenta e que apresenta copa globosa (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009).

Suas flores são vermelho-coral, grandes, dispostas em panículas racemosas com raque pulverulenta, formadas com a árvore despida de sua folhagem (LORENZI; MATOS, 2008). O vexilo é alaranjado ou vermelho-rutilante, com lâmina quase orbicular e cálice espatáceo (CARVALHO, 2008). Possui flores vermelhas, grandes, que surgem no final do mês de agosto com árvore despida de folhas e segue até dezembro (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009). Segundo Carvalho (2008), as inflorescências ocorrem em fascículos axilares, medindo de 12 cm a 20 cm de comprimento e com três flores.

Tronco: é reto a levemente tortuoso. O tronco e os ramos são pouco aculeados. O fuste é geralmente curto, medindo até 5 m de comprimento. Ramificação: é dicotômica, com a copa ampla, aberta e arredondada. Casca: mede até 25 mm de espessura. A casca externa ou ritidoma é lisa a levemente áspera (CARVALHO, 2008). O tronco é espinhoso, muito ramificado, com casca lisa a levemente rugosa. Sua madeira é leve, macia e pouco resistente (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009).

As folhas são compostas trifolioladas, alternas, de folíolos cartáceos, velutino-pubescentes, medido de três cm a 12 cm de comprimento (LORENZI; MATOS, 2008). Folhas decíduas, compostas, com três folíolos de tamanho médio de 6-12 cm de comprimento por 5-14 cm de largura, com face ventral pulverulenta e dorsal de cor verde, mais clara revestida por pilosidade (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009). Carvalho (2008) descreve as folhas como compostas trifoliadas, sustentadas por pecíolo de seis cm a 14 cm de comprimento; os folíolos são orbiculares, oval-rômbeos ou triangulares, de consistência cartácea, com a face ventral apenas pulverulenta e dorsal, de cor verde mais clara revestida por densa pilosidade feltrosa, medindo de seis cm a 12 cm de comprimento por cinco cm a 14 cm de largura.

Os frutos são do tipo legume (vagem) deiscente, com cinco cm a oito cm de comprimento, contendo 1-3 sementes reniformes de cor vermelha e brilhantes (LORENZI; MATOS, 2008), alongados, sinuosos, que amadurecem em janeiro-fevereiro (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009). Carvalho (2008) diz que o fruto é um tanto curvo, de ápices e bases agudas, internamente não-septado, com 1 a 3 sementes.

A semente é reniforme; embrião axial com cotilédones carnosos; germinação epígea fanerocotiledonar e na fase de plântula foi observado heterofilia (SILVA et al., 2008), as sementes são bicolores, denominadas miméticas, de coloração vermelho-escuro e vermelho-alaranjado, são também subquadrangulares ou oblongas, com um hilo curto de posição mediana (CARVALHO, 2008), as sementes são vermelhas (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009).

1.2.2 Importância ecológica

É planta decídua e heliófita, e característica de várzeas úmidas e margens de rios da Caatinga da região semiárida do Nordeste brasileiro (LORENZI, 2002). Possui grande resistência à seca, apresentando rusticidade e rápido crescimento. Na época da floração, que ocorre entre os meses de setembro e outubro, a árvore apresenta-se desfolhada no semiárido, porém completamente florida, sendo registrada com frequência a presença de diversos animais, como aves e lagartos para alimentarem-se não só do néctar, mas também, de partes da própria planta (SAZIMA; SAZIMA; SAZIMA, 2005). Suas flores atraem avifauna, principalmente beija-flores que efetuam polinização (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009). Costuma ser visitada por *Apis mellifera* L., segundo Carvalho e Marchini (1999).

O mulungu se destaca como tolerante à competição, pela rusticidade, resistência à seca e capacidade de fixar nitrogênio, características pertinentes de uma espécie própria para ser utilizada na recuperação de áreas degradadas (HOLANDA et al., 2010; SANTOS et al., 2012).

A espécie arbórea *Erythrina velutina* é utilizada na regeneração de áreas degradadas (LORENZI; MATOS, 2008; SAZIMA; SAZIMA; SAZIMA, 2005). Pertence ao grupo ecológico das Pioneiras, que possuem hábito de crescimento rápido e tolerância à luminosidade intensa (HOLANDA et al., 2005).

Em trabalho avaliando o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por saís, constatou-se que *Erythrina velutina* apresentou dentre as espécies estudadas maior diâmetro de coleto, acúmulo de biomassa e crescimento (HOLANDA et al., 2007).

Em sistema de implantação de mudas de espécies arbóreas introduzidas em pastagem bovina, mudas de *Erythrina verna* e *Erythrina poeppigiana* não resistiram ao sistema de manejo implantado nas propriedades nem à competição com as gramíneas (DIAS; SOUTO; FRANCO, 2008). No entanto, Holanda et al. (2010), em estudo com o objetivo de avaliar o crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da

bioengenharia de solos, observaram que a espécie *Erythrina velutina* apresentou resultados satisfatórios de altura e diâmetro da copa no tratamento com biotêxtil, mostrando-se tolerante à competição com espécies como a *Brachiaria decumbens*. Isso pode ser justificado por ser uma espécie pertencente ao grupo ecológico das Pioneiras, com hábito de crescimento rápido e tolerância à luminosidade intensa (HOLANDA et al., 2005).

Melo e Cunha (2008), ao avaliarem o crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob os níveis 0 (pleno sol), 20, 40, 60 e 80% de sombreamento em relação à luz plena do dia, avaliaram taxas de crescimento em altura e diâmetro do coleto e sobrevivência em função do sombreamento aos 7, 14 e 25 dias após o plantio. Os resultados obtidos indicam que dentre os níveis de sombreamento analisados, o sol pleno foi considerado o mais indicado para a produção de mudas.

1.2.3 Distribuição geográfica da espécie

É nativa da parte central do Brasil, desde São Paulo e Mato Grosso do Sul até Tocantins e Bahia (LORENZI, 2002). Encontrada principalmente na Caatinga (floresta estacional decidual e matas ciliares) em solos de fertilidade alta (MATOS; QUEIROZ, 2009), podendo também ser encontrada na orla marítima de Pernambuco e na floresta latifoliada semi decídua de Minas Gerais e São Paulo (CUNHA et al., 1996).

Comum na Caatinga, sua área de dispersão inclui várzeas úmidas e margens de rios da região semiárida do Nordeste brasileiro, de Minas Gerais, do Rio de Janeiro e de São Paulo e, mais ainda, das Antilhas, Norte da Venezuela, Norte da Colômbia, do Equador, das Ilhas Galápagos e do Peru (CUNHA et al., 1996).

1.2.4 Importância da espécie

Essa espécie tem sido utilizada na medicina popular em algumas regiões do Nordeste brasileiro. São atribuídas às infusões da casca propriedades sudorífica, calmante, emoliente, peitoral e ao seu fruto seco ação anestésica local, sendo usado na forma de cigarro como odontálgico, embora a eficácia e segurança de seu uso ainda não tenham sido confirmadas cientificamente (LORENZI; MATOS, 2008).

Dantas et al. (2004) evidenciaram que o extrato aquoso das folhas em baixas doses interferiu em processos mnemônicos, e em doses maiores agiu como sedativo e bloqueador neuromuscular periférico. Por sua vez, Virtuoso et al. (2005), utilizando métodos de difusão em disco e concentração inibitória mínima, demonstraram que o extrato etanólico bruto e a fração hexano extraídos da casca possuem atividade contra o *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes*. Possui atividade semelhante ao curare, causando paralisia muscular (AMER et al., 1991; DECKER et al., 1995). Segundo Santos et al. (2007), o extrato aquoso das folhas de possui efeito relaxante em ducto deferente de rato. Também foi demonstrado que o extrato aquoso e a fração alcaloide total das folhas apresentam atividade anticolinesterásica (ESTEVAM et al., 2007).

Várias espécies de *Erythrina*, as *coral trees* (do inglês - árvores corais) são usadas como ornamentais (KASS, 1994). Apresenta grande exuberância com suas flores vermelho-vivo, sendo indicada para plantio em margens de corpos d'água, ruas, praças, avenidas, parques e jardins (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009).

Sua madeira é leve, macia e pouco resistente empregada na confecção de tamancos (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009). É apropriada para a confecção de brinquedos, palitos de fósforo, mourões e estacas (KURIHARA; IMAÑA-ENCINAS; PAULA, 2005).

1.2.5 Manejo da espécie

A propagação dessa espécie pode ser efetuada pela via assexuada (NEVES et al., 2006) ou sexuada, sendo utilizados métodos tradicionais para superação da dormência tegumentar das sementes (SILVA et al., 2007).

A produção da muda deve ser realizada inicialmente colhendo os frutos diretamente da árvore, quando iniciarem a abertura. Plantar 2 a 3 sementes por recipiente, sem nenhum tratamento em embalagens individuais, recobrando-as com uma fina camada (0,5 cm) de substrato peneirado. A emergência ocorre entre 12 e 25 dias. A taxa de germinação varia de 19% a 87% e o crescimento é rápido (LORENZI, 2002; MATOS; QUEIROZ, 2009).

Considerando a importância do teor de água para a conservação e para o armazenamento de sementes de espécies arbóreas e o envolvimento dos carboidratos solúveis e de lipídios nesses processos, foi realizada uma análise comparativa desses compostos em sementes de espécies arbóreas, incluindo a *Erythrina speciosa*, que apresentou alta proporção de ácidos graxos insaturados (71%) nas sementes, sugerindo que os açúcares e os lipídios poderiam desempenhar papel importante no movimento de água, protegendo as membranas celulares embrionárias contra injúrias provocadas durante a dessecação, concluindo que as sementes são resistentes a desidratação, sendo um comportamento de ortodoxia (MELLO et al., 2010).

Em trabalho com o objetivo avaliar o efeito de diferentes embalagens e ambientes de armazenamento na manutenção da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* conclui-se que as sementes são ortodoxas e acondicionando-as nas embalagens de papel, pano ou vidro podem ser armazenadas nos ambientes de laboratório, geladeira e câmara fria, durante 225 dias sem perdas significativas na emergência das plântulas (SILVA et al., 2011).

A superação da dormência pode ser obtida pela escarificação manual e imersão em ácido sulfúrico por duas horas (CARVALHO; DEMATTÊ; GRAZIANO, 1980). Silva e Matos (1991), para *Erythrina velutina*, recomendam

escarificação mecânica por 5 segundos. Matheus e Lopes (2007) obtiveram maiores resultados com o controle (sem nenhum tratamento).

Em estudo que se objetivou avaliar os efeitos de diferentes tratamentos pré-germinativos sobre a germinação de sementes e a velocidade de emergência de plântulas de *Erythrina velutina* e *Erythrina falcata*, verificaram-se após 31 dias da semeadura que para as duas espécies as maiores porcentagens de germinação e maiores valores de velocidade de emergência foram obtidos com a escarificação mecânica das sementes, sendo que esse tratamento foi eficiente para uniformizar e antecipar o processo germinativo (MATHEUS et al., 2010).

Guedes et al. (2009) averiguaram a possibilidade de utilização do teste de comprimento de plântulas como um método de vigor para classificar lotes de sementes de *Erythrina velutina*, mostrando ser a forma mais eficaz para classificar lotes de alta qualidade e com diferenças sutis de vigor, demonstrando que a avaliação da característica comprimento da parte aérea pode ser utilizada como método eficaz para inferir a qualidade da planta.

Bento et al. (2010), verificando a eficiência de testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu, chegaram à conclusão de que, com exceção do teste de tetrazólio, os demais testes indicaram homogeneidade entre os lotes de sementes, o que foi confirmado pelas análises dos caracteres morfológicos das sementes. Há, contudo, necessidade de estudos mais detalhados sobre a aplicabilidade do teste de tetrazólio para a espécie.

Oliveira et al. (2009) avaliaram o efeito da termoterapia e do tratamento químico no controle de fungos associados a sementes de mulungu, de três localidades do Estado da Paraíba, sendo que nas amostras examinadas constataram-se a incidência de *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp., *Fusarium* sp e *Botritis* sp. Os resultados mostraram que os tratamentos térmico e químico reduziram significativamente a germinação e a primeira contagem das sementes das duas localidades nas condições estudadas.

Cardoso et al. (2008), ao estudar a influência da posição e da profundidade de semeadura sobre a emergência de plântulas e vigor de sementes de mulungu,

instalaram testes de germinação em areia em ambiente protegido. Os resultados mostraram que para o mulungu a profundidade de semeadura deve ser entre 1 cm e 2 cm e, a melhor posição foi aquela em que as sementes ficaram com o hilo voltado para baixo.

Alves et al. (2008) avaliaram diferentes substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina velutina* Willd. Foram comparados os substratos areia lavada; areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1, 3:1 e 1:3; terra vegetal, terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1, 3:1 e 1:3, terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1, 3:1 e 1:3, vermiculita, bioclone®, bioplant® e plugmix®. Os substratos areia e vermiculita apresentaram plântulas com maior comprimento de raiz e os substratos comerciais bioplant® e plugmix® foram responsáveis pelos piores desempenhos relativos à emergência e desenvolvimento das plântulas.

Soares e Rodrigues (2008), trabalhando com semeadura direta de leguminosas florestais, avaliando o efeito da inoculação com rizóbio na emergência de plântulas e crescimento inicial no campo, verificaram que na última contagem (90 dias após a semeadura) a maior taxa de emergência foi constatada para *E. speciosa*, com 45 % de indivíduos, porém apresentaram crescimento lento, sendo que a inoculação com rizóbio não influenciou significativamente o estabelecimento e o crescimento inicial das plantas. Todavia, segundo Carvalho (2008), o mulungu apresenta nódulos bacterianos do tipo *Rhizobium*.

Em trabalho com objetivo de encontrar um protocolo de propagação *in vitro* de *Erythrina velutina*, Costa et al. (2010) verificaram que a melhor resposta para a multiplicação foi obtida em meio suplementado com 17,76 µM de BAP, sendo utilizado segmento nodal ou nó cotiledonar como explante. Os brotos enraizaram em todas as condições testadas, inclusive no meio de cultura sem auxina.

1.2.6 Análise do crescimento de plantas

O crescimento caracteriza-se por aumento de tamanho e/ou peso e tem caráter quantitativo. O termo desenvolvimento é mais abrangente e envolve todas as mudanças qualitativas (diferenciação) e quantitativas (crescimento) experimentadas pela planta.

A análise das características do crescimento vegetal pode ser usada para se estimar a produtividade biológica ou primária. Expressa as condições morfofisiológicas da planta em intervalos de tempo, propõe-se a acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, avaliada por meio do acúmulo de matéria seca.

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).

Araújo et al. (2010) avaliaram o crescimento inicial, matéria seca e alocação de fitomassa em plantas de *Erythrina vellutina* e *Azadirachta indica* submetidas ao ciclo de rega, e chegaram à conclusão de que a espécie *Erythrina vellutina* mostrou-se sensível ao déficit hídrico para todas as variáveis estudadas.

1.2.7 Qualidade de muda

Com a variação existente entre os padrões de qualidade de muda, Carneiro (1995) comenta que a qualidade está relacionada à presença de características que possam oferecer resistência em condições adversas a que estas possam estar submetidas no campo.

De acordo com Gonçalves et al. (2000), uma muda de boa qualidade deve apresentar altura variando de 20 cm a 35 cm e diâmetro do colo entre 5 mm e 10

mm. Por outro lado, vários autores sugerem que mudas de espécies arbóreas estão aptas para o plantio no campo quando a altura da parte aérea estiver entre 15 cm e 30 cm (PAIVA; GOMES, 2000).

Uma muda padrão é determinada pelas características morfológicas e fisiológicas das plantas. Estas, por sua vez, são definidas por fatores genéticos (propágulos) e ambientais (tratos culturais no viveiro) (CARNEIRO, 1995). O êxito no plantio dessas mudas vai depender de parâmetros que, na maioria das vezes, não determinam a qualidade real, uma vez que o padrão de qualidade varia de acordo com a espécie e, para uma mesma espécie, entre diferentes regiões e sítios ecológicos (CARNEIRO, 1995).

Várias pesquisas científicas e estudos técnicos têm sido realizados com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas, assegurando boa adaptação e crescimento após o plantio. Para que isso ocorra, devem-se tomar algumas precauções no que diz respeito à qualidade física e genética das sementes, bem como à colheita, seleção, época de semeadura, profundidade de semeadura e cobertura (HOPPE et al., 2004).

A avaliação do comportamento das mudas em viveiro é importante para a implantação e recomposição de povoamentos florestais, visto que o uso de mudas de melhor padrão de qualidade resulta no aumento do percentual de sobrevivência das mesmas após o transplantio. Desta maneira, diminui a frequência dos tratos culturais de manutenção do povoamento recém-implantado, garantindo um produto de boa qualidade e com menor custo (HOPPE et al., 2004).

Segundo Brissette (1984), a qualidade da muda pode ser avaliada no campo de acordo com seu desempenho no transplantio ou viveiro. De acordo com Carneiro (1995), as características morfológicas e fisiológicas das mudas têm muita relação com a qualidade genética, a procedência das sementes e o manejo empregado na produção das mudas. Essas práticas de manejo podem afetar positiva ou negativamente a qualidade das plantas.

Segundo Gomes (2001), a utilização destes parâmetros morfológicos é justificada pela facilidade de medição e/ou visualização em condição de viveiro. Os parâmetros morfológicos mais utilizados são: altura de parte aérea, diâmetro do

colo, o peso de massa seca total, o peso de massa seca de raízes, o peso de massa seca de parte aérea e as relações entre eles.

Hunt (1990) recomendou o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) como sendo um bom indicador da qualidade das mudas. Esse índice está relacionado com altura, diâmetro do colo, massa seca total, massa seca de parte aérea e peso de massa seca de raiz e, quanto maior for o valor deste índice, melhor será a qualidade da muda produzida (GOMES, 2001).

A altura da parte aérea fornece uma estimativa do crescimento inicial no campo, sendo tecnicamente aceita como uma boa indicadora do potencial de desempenho das mudas, apesar de este parâmetro ser influenciado por algumas práticas adotadas ainda nos viveiros (GOMES, 2001). Além disto, é um parâmetro de fácil determinação e não é um método destrutivo (GOMES et al., 2002).

A avaliação do diâmetro de colo também é um método não destrutivo e de fácil mensuração, sendo considerado um dos mais importantes parâmetros para determinar a sobrevivência logo após o plantio das mais diversas espécies florestais (GOMES, 2001).

De acordo com Sturion e Antunes (2000), a relação altura/diâmetro do colo constitui um dos parâmetros usados para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois, além de exprimir um acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo após o plantio. Mudanças que apresentam diâmetro do colo pequeno e alturas elevadas são consideradas estioladas e possuem qualidade inferior às menores e com maior diâmetro do colo.

Esta relação representa um equilíbrio de crescimento desses dois importantes parâmetros em um só índice e é tida como “vigor” das mudas (CARNEIRO, 1995).

O peso de massa seca de raízes é reconhecido por diversos autores como um dos melhores parâmetros para se estimar sobrevivência e crescimento inicial das mudas no campo (GOMES, 2001). Segundo Brissette (1984), para relação peso de massa seca de parte aérea e peso de massa seca de raiz, o valor que melhor representa essa relação é igual a 2,0. Essa relação é considerada como um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas (LIMSTROM,

1963; PARVIAINEN, 1981), porém essa relação não terá tanto significado para o desenvolvimento da muda no campo (BURNETT, 1979).

1.2.8 Estresse hídrico

A água é uma das substâncias mais comuns e mais importantes na superfície da Terra, foi nela que a vida evoluiu e é nela que se processam os principais processos bioquímicos (LARCHER, 2006). Os tecidos moles das plantas são constituídos em 90% a 95% por água. Apesar de terem de garantir uma percentagem tão elevada de água no seu corpo as plantas não se deslocam para obtê-la. Assim, a compreensão da forma como as plantas a vão obter, distribuir pelos diferentes tecidos do seu corpo e como a consegue armazenar é um dos aspectos fundamentais da Fisiologia Vegetal.

Algumas espécies arbóreas são capazes de usar a água de forma mais eficiente, possibilitando maior crescimento mesmo em condição de menor disponibilidade hídrica. Por outro lado, outras se caracterizam como sendo de baixo investimento em área foliar, mesmo nas condições adequadas de disponibilidade de água, o que reflete no seu menor crescimento e produção de biomassa.

Dentre os fatores abióticos que podem interferir no desenvolvimento vegetal, destaca-se o estresse hídrico, sendo bastante estudado para várias espécies, e que em alguns casos pode interferir até mais que o estresse salino (MOURA et al., 2011), e pode ser indiferente ao tipo de solo utilizado, seja este arenoso ou argiloso (LOPES et al., 2011). A resposta das plantas ao déficit hídrico depende dos seus estádios fenológico, da genética e da magnitude e intensidade do estresse (SILVA et al., 2008), além da variabilidade e controle genético quanto às características de crescimento (VELLINI et al., 2008).

A primeira e mais sensível resposta ao déficit hídrico de uma planta é a diminuição da turgescência, e associada a este evento está a diminuição do

processo de crescimento em extensão da planta. A inibição desse crescimento em extensão provoca uma diminuição da área foliar (LARCHER, 2006).

Em condição de estresse hídrico, as mudas podem responder com o fechamento estomático ao déficit hídrico no solo, sendo mais rápido nas espécies perenes, afetando o crescimento das mudas, verificado em *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* avaliadas em solo com deficiência hídrica (MARTINS et al., 2008).

Em plantas caducifólias, ocorre um fenômeno de queda das folhas quando estas sofrem efeito de estresse, sendo uma estratégia de escape, revelando tolerância que pode variar entre espécies, observado em *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Auxemma oncocalyx*, *Caesalpinia férrea*, *Calliandra spinosa*, e *Tabebuia caraíba* (DOMBROSKI et al., 2011), além de *Artocarpus heterophyllus* e *Annona squamosa* (RODRIGUES et al., 2010).

A área foliar de mudas foi maior com a maior disponibilidade hídrica do solo no desenvolvimento inicial de *Qualea grandiflora*, em diferentes regimes hídricos (VIEIRA; GOMES, 2011), no crescimento inicial de mudas de *Guazuma ulmifolia* (SCALON et al., 2011), e em *Azadirachta indica* (MARTINS et al., 2010).

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BARROS, A. H. H.; GONÇALVES, E. P.; OLIVEIRA, L. S. B.; CARDOSO, E. A.; Substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 69-82, 2008.

AMER, M. A.; EL-MASRY, S.; SHAMMA, M.; FREYER, A. J. Three novel glycodienoid alkaloids from *Erythrina lysistemon*. **Journal of Natural Products**, v. 54, n. 1, p. 161-166, 1991.

ARAÚJO, A. P.; PAIVA SOBRINHO, S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (vell.) morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 3, Edição Especial, p. 581-588, 2011.

BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1991, v. 2, 378p.

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

BENTO, S. R. S. O.; SANTOS, A. E. O.; MELO, D. R. M.; TORRES, S. B. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* willd.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 111-117, 2010.

BRISSETTE, J. C. **Summary of discussions about seedling quality**. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria. Proceedings...New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1984. p. 127-128.

BURNETT, A. N. New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 9, p. 63- 67, 1979.

CARDOSO, E. A.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; SILVA, K. B. Emergência de plântulas de *Erythrina velutina* em diferentes posições e profundidades de semeadura. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2618-2621, 2008.

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983, p. 10-24.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Campos dos Goyatazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995, 451p.

CARVALHO, C. A. L.; MARCHINI, L. C. Plantas visitadas por *Apis mellifera* L., no vale do Rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 333-338, Suplemento. 1999.

CARVALHO, N. M.; DEMATTÊ, M. E. S.; GRAZIANO, T. T. Germinação de sementes de essências florestais nativas. 1. Suinã ou mulungu (*Erithrina speciosa* Andr.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 81-88. 1980.

CARVALHO, P. E. R. **Mulungu (*Erythrina velutina*)**. Embrapa: Circular técnica 160. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8p.

COSTA, G. M.; NEPOMUCENO, C. F.; SANTANA, J. R. F. Propagação in vitro de *Erythrina velutina*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1090-1096, 2010.

CUNHA, E. V. L.; DIAS, C.; BARBOSA-FILHO, J. M.; GRAY, A. I. Eryvellutinone, an isoflavanone from the stem bark of *Erythrina vellutina*. **Phytochemistry**, v. 43, n. 6, p. 1371-1373, 1996.

DANTAS, M. C.; OLIVEIRA, F. S.; BANDEIRA, S. M.; BATISTA, J. S.; SILVA, C. D.; ALVES, P. B.; ANTONIOLLI, A. R.; MARCHIORO, M. J. Central nervous system effects of the crude extract of *Erythrina*. **Journal Ethnopharmacol**, v. 1, n. 94, p. 129-133, 2004.

DECKER, M. W.; ANDERSON, D. J.; BRIONI, D. L.; DONELLY-ROBERTS, D. L.; CHAE, K. H.; O'NEILL, A. B.; PIATTONI-KAPLAN, M.; SWANSON, S.; SULLIVAN, J. P. Erysodine, a competitive antagonist at neuronal nicotinic acetylcholine receptors. **European Journal of Pharmacology**, v. 280, p. 79-89, 1995.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; FRANACO, A. A. **Leguminosas arbóreas para sistemas silvipastoris**. Niterói: Programa Rio Rural. Manual Técnico, n. 9, 2008.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DOMBROSKI, J. L. D.; PRAXEDES, S. C.; FREITAS, R. M. O.; PONTES, F. M. Water relations of Caatinga trees in the dry season. **South African Journal of Botany**, v. 77, p. 430-434, 2011.

ESTEVAM, C. S.; OLIVEIRA, N. V.; SANTOS, W. P.; CARVALHO, A. C. S.; SANT'ANA, A. E. G.; MARÇAL, R. M. **Atividade anticolinesterásica do extrato aquoso e da fração alcalóide total das folhas de *Erythrina velutina***. In: 30ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. 2007.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K**. 2001. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; MEDEIROS, M. S.; LIMA, C. R. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 793-802, 2009.

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por saís. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 7, n. 1, 2007.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B.; Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2010.

HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, L. G. C.; SANTOS, C. M.; CASADO, A. P. B.; PEDROTTI, A.; RIBEIRO, G. T. Riparian fragments affected by bank erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 148-152, 2005.

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por saís. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 7, n. 1, 2007.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2010.

HOPPE, J. M.; SCHUMACHER, M. V.; QUEVEDO, F. F.; GENRO, C. J. M.; THOMAS, R.; VIVIAN, J. C.; FONTTANA, T. **Uso do bacsol na decomposição de resíduos orgânico urbano**. Santa Maria: UFSM-FATEC, 2004. 119p.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. Proceedings... Fort Collins: United States Department of Agriculture, **Forest Service**, 1990, p. 218-222.

KASS, D. L. *Erythrina* species: **pantropical multipurpose tree legumes**. In: GUTTERIDGE, R. C.; SHELTON, H. M. Forage tree legumes in tropical agriculture. Queensland: CAB International, p. 84-96, 1994.

KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA, J. E. Levantamento da arborização do campus da Universidade de Brasília. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 127-136, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006.

LIMSTROM, G. A. **Forest planting practice in the Central States**. Washington: Agriculture Handbook, 1963. 2471p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 197p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2008. 577p.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SILVA, M. R.; SAAD, J. C. C.; LOPES, C. R. Estresse hídrico em plantio de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, em função do solo, substrato e manejo hídrico de viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 1, p. 31-39, 2011.

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C.; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A.; Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1297-1306, 2008.

MARTINS, M. O.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, M. G. Crescimento de plantas jovens de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. - MELIACEAE) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 8-15, 2007.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para a germinação de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 115-122, 2009.

MATHEUS, M. T.; GUIMARÃES, R. M.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S. Superação da dormência em sementes de duas espécies de *Erythrina*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 48-53, 2010.

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidade**. 1ª Ed. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009. 340p.

MELLO, J. I. O.; BARBEDO, C. J.; SALATINO, A.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Reserve carbohydrates and lipids from the seeds of four tropical tree species with different sensitivity to desiccation. **Braz. Arch. Biol. Technol**, v. 53 n. 4, p. 889-899, 2010.

MELO, R. R.; CUNHA, M. C. L.; Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 67-77, 2008.

MOURA, M. R.; LIMA, R. P.; FARIAS, S. G. G.; ALVES, A. R.; SILVA, R. B. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 230-235, 2011.

NEVES, O. S. C.; SÁ, J. R.; CARVALHO, J. G. C. Crescimento e sintomas visuais de deficiências de micronutrientes em umbuzeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 306-309, 2004.

NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; MEDEIROS, J. F.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 206-211, 2009.

OLIVEIRA, M. S. G.; AQUINO, A. B.; SILVA, D. L.; AQUINO, P. G. V.; SANTOS, M. S.; PORFÍRIO, A. P. R.; SANT'ANA, A. E. G.; SANTOS, B. V. O.; ALEXANDRE-MOREIRA, M. S.; ARAÚJO-JÚNIOR, J. X. Antinociceptive and anti-inflammatory activity of hydroalcoholic extracts and fractions from *Erythrina mulungu*. **Revista Brasileira de Farmacognosia. Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 22, n. 1, p. 157-161, 2012.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 6-72, 1994.

PAIVA SOBRINHO, S.; LUZ, P. D.; SILVEIRA, T. L. S.; RAMOS, D. T.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 2, p. 238-243, 2010.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros Florestais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 69p. (cadernos didáticos, 72). 2000.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1, 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981, p. 59-90.

RODRIGUES, B. M.; SOUZA, B. D.; NOGUEIRA, R. M.; SANTOS, M. G. Tolerância ao déficit hídrico em plantas jovens de jaqueira e pinheira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 245-252, 2010.

SANTOS, M. R. V.; ALVES, P. B.; ANTONIOLLI, A. R.; MARCHIORO, M. Relaxant effect of the aqueous of *Erythrina velutina* leaves on rat van deventers. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 17, n. 3, p. 343-348, 2007.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SAZIMA, I.; SAZIMA, C.; SAZIMA, M. Little dragons prefer flowers to maidens: A lizard that laps nectar and pollinates trees. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, 2005.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, B. M. S.; CARVALHO, N. M. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 55-65, 2008.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, V. P.; GONÇALVES, E. P. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas de *Erythrina velutina* willd., LEGUMINOSEAE – PAPILIONIDEAE. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 104-114, 2008.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A.; FRANÇA, P. R. C. Armazenamento de sementes de *Erythrina velutina* willd. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 4, p. 809-816, 2011.

SILVA, M. A. V.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; OLIVEIRA, A. F. M.; SANTOS, V. F. Resposta estomática e produção de matéria seca em plantas jovens de aroeira submetidas a diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 335-344, 2008.

SILVA, L. M. M.; MATOS, V. P. Quebra de dormência de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) e jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tull). **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 1, n. 4, p. 81, 1991.

SOARES, P. G.; RODRIGUES, R. R. Semeadura direta de leguminosas florestais: efeito da inoculação com rizóbio na emergência de plântulas e crescimento inicial no campo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 115-121, 2008.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. **Produção de mudas de espécies florestais**. In: GALVÃO, A. P. M. Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais. Brasília: Ed. Embrapa, 2000. p.125-150.

VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 4, p. 651-663, 2008.

VIEIRA, E. A.; GOMES, A. S. Desenvolvimento inicial de plantas jovens de pau-terra-do-cerrado sob diferentes regimes hídricos. **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, v. 2, n. 1, p. 58-65, 2011.

VIRTUOSO, S.; DAVET, A.; DIAS, J. F. G.; CUNICO, M. M.; MIGUEL, M. D.; OLIVEIRA, A. B.; MIGUEL, O. G. Estudo preliminar da atividade antibacteriana das cascas de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 15, n. 2, p. 137-142, 2005.

2. CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE *Erythrina velutina* SOB SOMBREAMENTO

2.1. RESUMO

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa do Nordeste Brasileiro, empregada no paisagismo, na regeneração de áreas degradadas e na medicina popular. Este trabalho foi realizado com o objetivo de obterem-se informações sobre o crescimento de mudas de *Erythrina velutina* sob dois níveis de luminosidade. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por seis mudas. Foram utilizados dois níveis de luminosidade (pleno sol e 50% de sombreamento). Ao longo do experimento, foram realizadas coletas para avaliação de crescimento (56, 84, 112, 140 e 168 dias após o transplantio). Em cada coleta, as mudas foram analisadas quanto: ao comprimento da parte aérea, ao número de folhas, ao diâmetro de coleto, a área foliar, à massa da matéria seca (caule, folhas, raiz, parte aérea, relação da parte aérea e raiz, e total), à razão de área foliar, à razão de peso foliar, à área foliar específica, à taxa de crescimento absoluto, à taxa de crescimento relativo e à taxa assimilatória líquida. Os resultados obtidos demonstram que houve diferença significativa entre os ambientes estudados no crescimento das mudas, principalmente nas avaliações mais tardias, e de forma geral, mudas com maiores valores de fitomassa e taxas de crescimento foram obtidas na condição de sombreamento. Pode-se concluir que *Erythrina velutina* apresenta maior crescimento em condição de nível de luminosidade de 50%.

Palavras-chave: Crescimento. Fitomassa. Ecofisiologia. Revegetação.

2.2. ABSTRACT:

ABSTRACT – *Erythrina velutina* is a native tree species from the Brazilian northeast, used in landscaping, in regeneration of degraded areas and in traditional medicine. The objective of this work was to obtain information on *Erythrina velutina* seedlings growth under two shading levels. Two shadow levels were used (full sunlight and 50% shade). The experiment was conducted in completely randomized blocks, with parts subdivided in time, with four repetitions, being the experimental unit represented by six seedlings. During the experiment, samplings were realized in order to evaluate growth (56, 84, 112, 140 and 168 days after transplanting). At each sampling date, the following characteristics were analyzed: shoot length, leaf number, basal diameter, leaf area, dry matter (aerial part, branches, leaves, roots, shoots, shoot to root dry weight ratio), leaf area ratio, leaf weight ratio, specific leaf area, absolute growth rate, relative growth rate and net assimilation rate. Results show there was significant difference among the environments with respect to the seedlings' growth, especially for the later collections, and in a general way, seedlings with greater values of biomass and growth rates were obtained under shading. It is possible to conclude that *Erythrina velutina* has better growth rates under 50% shading.

Keywords: Growth. Biomass. Ecophysiology. Revegetation.

2.3. INTRODUÇÃO

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa do Nordeste Brasileiro, podendo ser encontrada em diferentes regiões do país, desde o Estado do Ceará até o de São Paulo, sendo comum em várzeas úmidas e margens de rios. A espécie recebe diversos nomes vulgares, de acordo com cada região, como bucaré, mulungu, mulungu-da-flor-vermelha e mulungu-da-flor-amarela (Ceará); muchôco e mulungá (Minas Gerais); mulungu (Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe e São Paulo) (CARVALHO, 2008).

A espécie é empregada no paisagismo, sendo indicada para plantio em margens de corpos d'água, ruas, praças, avenidas, parques e jardins; utilizada na medicina popular devido a propriedades sudorífica, calmante, emoliente, anestésica, relaxante, contra insônia e anti-inflamatória; a madeira é útil na confecção de jangadas, brinquedos, tamancos, palitos de fósforo, mourões, estacas e caixotaria (LORENZI; MATOS, 2008; MATOS; QUEIROZ, 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

O mulungu se destaca como tolerante à competição, pela rusticidade, resistência à seca e capacidade de fixar nitrogênio, características pertinentes de uma espécie própria para ser utilizada na recuperação de áreas degradadas (HOLANDA et al., 2010; SANTOS et al., 2012).

Frente à carência de informações sobre o manejo e a análise de espécies florestais e os problemas ambientais que atingem os ecossistemas reduzindo as áreas florestais, tornam-se importantes os trabalhos que colaborem com informações pertinentes para recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem (TEIXEIRA et al., 2013).

Um dos principais fatores para o sucesso na recuperação de uma área degradada é a qualidade das mudas. No caso dos estudos sobre sombreamento, eles atendem a dois propósitos: obter as mais altas taxas de crescimento em viveiro e indicar a adaptabilidade às condições de plantio definitivo. Algumas plantas são pouco tolerantes à sombra, característica de plantas pioneiras, sendo indicadas para

o plantio inicial. Já as plantas mais adaptadas ao sombreamento podem ser indicadas para uma segunda fase do plantio, quando um ambiente mais sombreado for estabelecido. Dentre os estudos sobre resposta ao sombreamento, podem-se destacar alguns feitos com outras espécies arbóreas tais como *Hymenaea parvifolia* (SILVA et al., 2007), *Mimosa caesalpiniiifolia* (CÂMARA; ENDRES, 2008), *Hymenaea courbaril* e *Enterolobium contortisiliquum* (LIMA et al., 2010), *Caesalpinia echinata* (AGUIAR et al., 2011), *Dipteryx alata* (MOTA; SCALON; HEINZ, 2012), *Swietenia macrophylla* (TEIXEIRA et al., 2013), em condições ambientais dos Estados de Amapá, Alagoas, Rondônia, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, respectivamente, onde se observou que em condição de 50% de sombreamento as mudas são favorecidas.

Diante do exposto acima, percebe-se a importância de estudos sobre a produção de mudas em diferentes níveis de sombreamento, sendo escassos estudos com muitas espécies arbóreas, especialmente na região do semiárido. Esse trabalho foi proposto com o objetivo de fornecer informações sobre o crescimento de mudas de *Erythrina velutina* sob dois níveis de luminosidade.

2.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro de Produção de Mudas do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró-RN. O município situa-se a 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste e altitude de 18 m. Segundo Thornthwaite, o clima local é DdAa', ou seja, semi-árido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso d'água durante o ano, e de acordo com Köppen é BSw'h', seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO; ESPÍNOLA SOBRINHO; MAIA NETO, 1991).

Foram utilizados dois níveis de luminosidade (50 e 100%), onde no primeiro tratamento as plantas foram submetidas ao ambiente de telado com cobertura de 50% de sombreamento, ao passo que no segundo, disposto ao lado externo do viveiro, ficaram expostas ao pleno sol. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por seis plantas. Ao longo do experimento foram realizadas cinco coletas de plantas para avaliação de crescimento (56, 84, 112, 140 e 168 dias após o transplantio).

As sementes foram coletadas em plantas localizadas no Campus da UFERSA, as quais, após a coleta, foram levadas ao laboratório para realização do beneficiamento manual. Foi realizada a superação da dormência pelo método de escarificação mecânica. A semeadura foi realizada em bandejas plásticas perfuradas no fundo, com dimensões de 29 x 22 x 10 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, utilizando areia lavada como substrato, na profundidade de 2 cm a 3 cm, colocando as sementes com o hilo para baixo (MATHEUS et al., 2010).

Aos 28 dias após a semeadura, as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos com capacidade para 2,5 litros, preenchidos com substrato composto por arisco + esterco, na proporção 4:1. Antes do transplantio, retirou-se uma amostra do substrato para caracterização química, obtendo-se as seguintes características: pH= 7,60; Na^+ = 2,29; Al^{3+} = 0,00; K^+ = 1,49; Ca^{2+} = 3,30; Mg^{2+} = 2,00; Soma de Bases= 9,08 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; P= 235,07; Cu = 0,40; Zn=7,40; Fe= 76,00; Mn= 22,40 mg kg^{-1} ; C= 3,32; MO= 5,73 g kg^{-1} .

Após o transplantio das plântulas para os sacos plásticos e distribuição dos mesmos de acordo com os níveis de luminosidade (50% e 100%), foi instalado o sistema de irrigação utilizando microaspersores, através dos quais se realizaram duas irrigações diárias (manhã e final da tarde).

A primeira coleta foi realizada no dia 4 de novembro de 2010, e as demais em intervalos de 28 dias. Em cada coleta, as mudas foram analisadas quanto às seguintes características: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC), área foliar (AF) e massa da matéria seca (caule

(MSC), folhas (MSF), raiz (MSR), parte aérea (MSPA), relação massa da matéria seca da parte aérea e massa da matéria seca de raiz (MSPR), e total (MST)), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL), de acordo com Benincasa (2003):

Para mensuração do comprimento da parte aérea, considerada do coleto até o ápice, foi utilizada régua graduada com precisão de 0,1 cm, e para o diâmetro do coleto paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. A área foliar foi determinada utilizando o método do disco corrigido (FERNANDES, 2000).

Para determinação da massa da matéria seca as mudas foram fracionadas em folhas, caules e raízes, lavadas, acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 65° C, até atingir massa constante, obtendo o acúmulo de massa seca através de pesagens sucessivas da matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade, que foram usadas para criar as barras de erros para a série de gráficos, além da análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade com uso do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os tratamentos foi detectada diferença estatística ao nível de 1% de probabilidade para CPA, NF, DC e AF. Para todas essas variáveis, os maiores valores foram obtidos nas mudas produzidas em condição de sombreamento, principalmente para NF e AF, sendo aproximadamente 165% e 672% superiores (TABELA 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância, valores de F e valores médios para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC) e área foliar (AF) de *Erythrina velutina* em 50% de sombreamento, Mossoró, UFERSA, 2014.

	CPA (cm)	NF	DC (mm)	AF (cm ²)
Valores de F	153,00**	866,26 **	142,29**	4744,35**
CV (%)	9,89	11,90	9,37	8,67
Tratamentos	Valores médios			
Sombreamento	40,11 a	10 a	18,76 a	837,35 a
Sol pleno	29,17 b	4 b	14,03 b	108,53 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

A análise de variância detectou diferença ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos para MSC, MSF, MSPA, MSR, MST e MSPR. Para todas essas variáveis, os maiores valores foram obtidos nas mudas produzidas em condição de sombreamento, principalmente para MSC, MSPR, e MST, sendo aproximadamente 93; 85 e 80% superiores (TABELA 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância, valores de F e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de *Erythrina velutina* em 50% de sombreamento, Mossoró, UFERSA, 2014.

	MSC	MSF	MSPA	MSR	MST	MSPR
	(g)					
Valores de F	1807,7**	137,3**	2002,1**	34,7**	1860,8**	47,3**
CV (%)	5,79	13,78	5,17	18,77	5,15	17,57
Tratamentos	Valores médios					
Sombreamento	10,60 a	2,02 a	12,62 a	0,92 a	13,54 a	13,42 a
Sol pleno	5,49 b	1,32 b	6,81 b	0,69 b	7,50 b	9,80 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos para RAF, AFE, TCA e TAL, enquanto RPF, ao nível de 5% de probabilidade, e para TCR, não houve efeito significativo. Para RAF, AFE e TCA,

os maiores valores foram obtidos nas mudas produzidas em condição de sombreamento, sendo aproximadamente 180; 179 e 83% superior. No entanto, para TAL, ocorreu redução de 68% para esta condição (TABELA 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância, valores de F e valores médios para as variáveis: razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), e taxa assimilatória líquida (TAL) de *Erythrina velutina* em 50% de sombreamento, Mossoró, UFRSA, 2014.

	RAF	AFE	RPF	TCA	TCR	TAL
	(cm ² g ⁻¹)			(g dia ⁻¹)	(g g dia ⁻¹)	(g cm ² dia ⁻¹)
Valores de F	1635,1**	363,7**	4,8*	225,0**	0,5 ^{ns}	351,2**
CV (%)	9,1	19,2	15,1	15,1	10,3	21,2
Tratamentos	Valores médios					
Sombreamento	60,7 a	388,2 a	6,5 a	0,2 a	0,02 a	0,0003 b
Sol pleno	21,7 b	139,2 b	5,9 b	0,1 b	0,02 a	0,0010 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Nas figuras de 1 a 8, são observados os valores das variáveis analisadas: CPA, NF, DC, AF, MSC, MSF, MSPA, MSR, MST, MSPR, RAF, RPF, AFE, TCA, TCR, e TAL de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade, em função do tempo.

Não foi observada diferença para CPA aos 56 dias após transplântio, com média de 21,72 cm. Nas demais avaliações, aos 84, 112, 140 e 168 dias após transplântio, houve diferença significativa entre os tratamentos, com maiores valores ocorrendo nas mudas produzidas em condição de sombreamento, superiores a condição de pleno sol em aproximadamente 25; 41; 39 e 53%, respectivamente (FIGURA 1A).

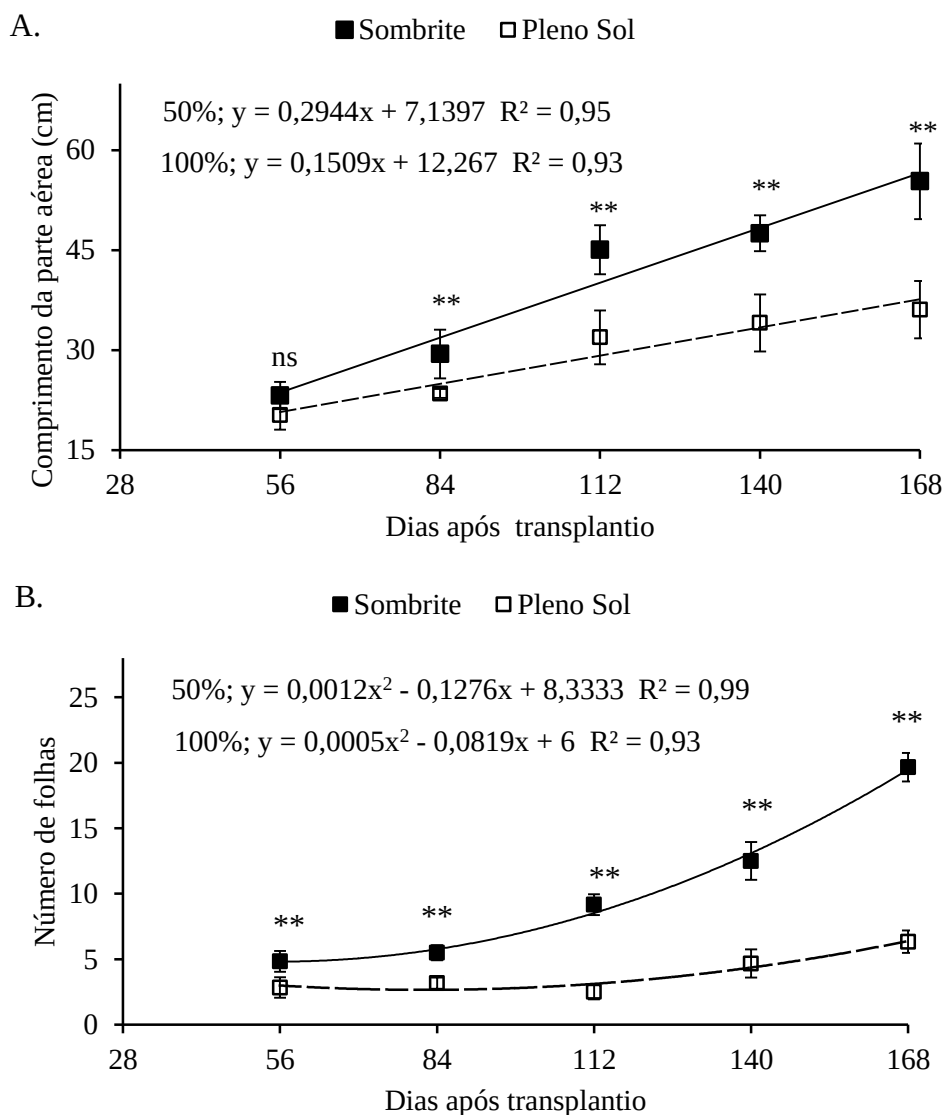


Figura 1 - Comprimento da parte aérea (A) e número de folhas (B) de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFRSA, 2014.

Pode se observar que, para o CPA, para ambos os tratamentos houve comportamento linear ao longo do experimento, sendo verificado maior crescimento na condição de sombreamento, com aumento de 0,29 cm por dia,

obtendo-se 56,60 cm na condição de sombreamento, e na condição de pleno sol o valor de 0,15 cm por dia, obtendo-se 37,62 cm aos 168 dias após o transplântio (FIGURA 1A).

A capacidade de crescer rapidamente é um importante mecanismo de adaptação das espécies quando sombreadas, o que constitui uma estratégia para escapar às condições de baixa intensidade luminosa (MORAES NETO et al., 2000).

Valores superiores obtidos para CPA em condição de sombreamento são comuns em espécies competitivas em áreas de florestas, observado em espécies arbóreas, como *Hymenaea courbaril* e *Enterolobium contortisiliquum* (LIMA et al., 2010), *Caesalpinia echinata* (AGUIAR et al., 2011) e *Dipteryx alata* (MOTA; SCALON; HEINZ, 2012).

Em condição de sombreamento, algumas espécies arbóreas possuem a capacidade de fuga da sombra, como estratégias se utilizam de mecanismos adaptativos, como a plasticidade fenotípica, em que modula formas estruturais e fisiológicas para alcançar a luminosidade.

Para NF, houve efeito significativo entre tratamentos, com maiores valores observados em condição de sombreamento, superiores a condição de pleno sol, em aproximadamente 71; 74; 267; 168 e 211%, respectivamente aos 56, 84, 112, 140 e 168 dias após transplântio (FIGURA 1B).

Avaliando o NF ao longo do tempo, percebe-se que houve pequena emissão foliar até 84 dias para as mudas na condição de sombreamento, e 112 dias na condição de pleno sol, intensificando-se a partir dessas avaliações para ambas as condições, obtendo-se o número máximo de 21 folhas na condição de sombreamento, e seis folhas na condição de pleno sol, aos 168 dias após transplântio (FIGURA 1B).

Mudas em ambientes com níveis intermediários de sombreamento emitem maior NF, o que possibilita a muda exercer suas funções metabólicas, principalmente a fotossíntese (TEIXEIRA et al., 2013).

Para as mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia*, os maiores valores para NF foram observados em mudas expostas a 50% de sombreamento (CÂMARA;

ENDRES, 2008), assim como menores valores para NF foram observados em mudas de *Hymenaea courbaril* e *Enterolobium contortisiliquum* quando produzidas em condição de sol pleno (LIMA et al., 2010).

Semelhantemente aos resultados obtidos para NF, também houve diferença significativa dos tratamentos para DC, com maiores valores observados em condição de sombreamento, superiores a condição de pleno sol, em aproximadamente 20; 36; 45; 35 e 33%, respectivamente aos 56, 84, 112, 140 e 168 dias após transplantio (FIGURA 2A).

Pode se observar que para DC houve comportamento linear ao longo do experimento, sendo verificado maior crescimento, com aumento de 0,11 mm por dia, obtendo-se 25,13 mm na condição de sombreamento, ao passo que na condição de pleno sol houve comportamento polinomial, obtendo-se 19,39 mm, aos 168 dias após transplantio (FIGURA 2A).

Mudas de espécies arbóreas com maiores valores para DC tem maiores chances de sobrevivência após o plantio em campo, uma vez que o DC é indicador das taxas de assimilação líquida de produtos da fotossíntese (GONÇALVES et al., 2005). Mudas de *Jatropha curcas* (SESMA; DEMUNER; HEBLING, 2009) atingiram maiores valores para DC quando em níveis de 50% de sombreamento.

Os maiores valores para AF foram obtidos em condição de sombreamento, superiores à condição de pleno sol, em 137, 255, 526, 827 e 1119%, respectivamente aos 56, 84, 112, 140 e 168 dias após o transplantio (FIGURA 2B).

Avaliando a AF ao longo do tempo, percebe-se que houve comportamento polinomial para ambos os tratamentos, intensificando-se a partir dos 112 dias na condição de sombreamento, obtendo-se valor máximo de 1905,00 cm² de área foliar, aos 168 dias após o transplantio (FIGURA 2B).

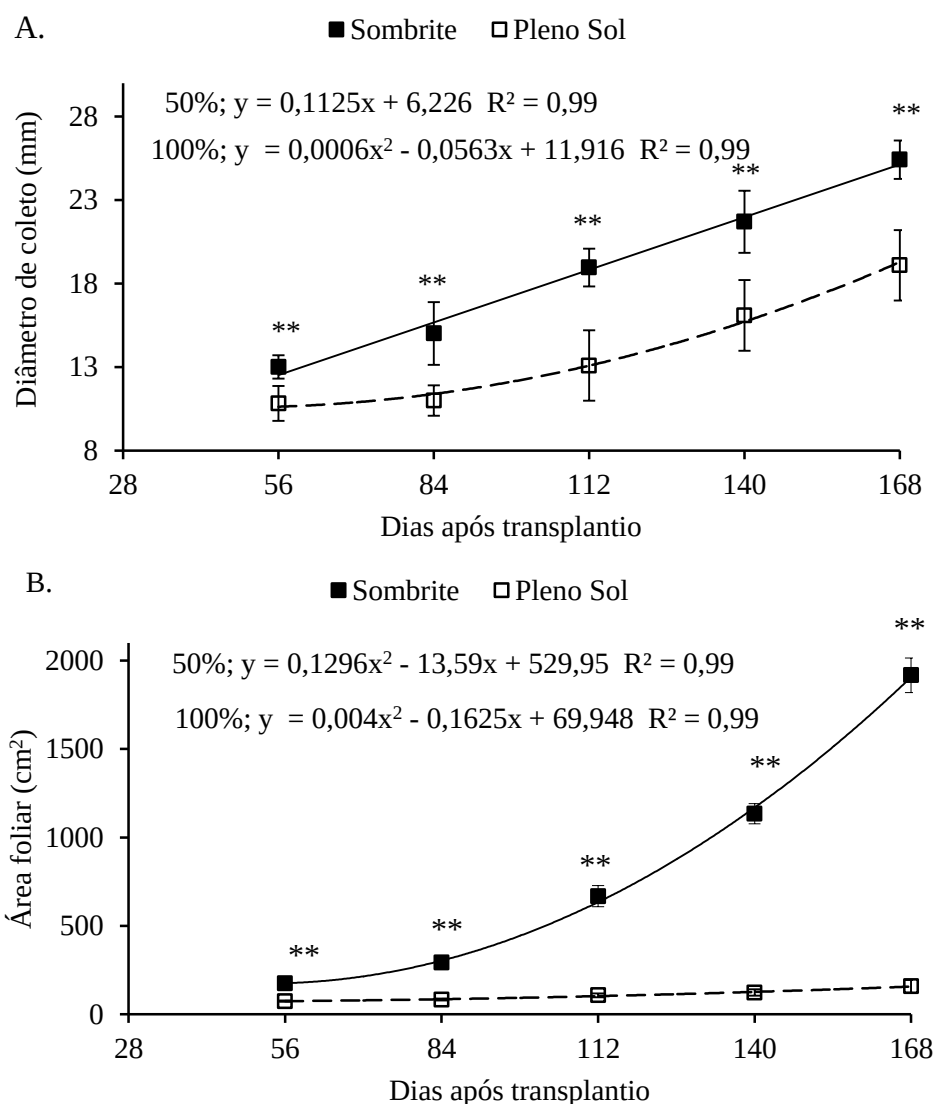


Figura 2 - Diâmetro de coleto (A) e área foliar (B) de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Quando mudas de plantas são conduzidas em condição de sombreamento, aumentam sua superfície foliar para receber maior quantidade de luz solar, já que

esta é essencial para certas atividades metabólicas dos vegetais como fotossíntese e crescimento (TEIXEIRA et al., 2013).

Mudas de *Caesalpinia ferrea*, *Jatropha curcas* e *Swietenia macrophylla* submetidas a 50% de sombreamento apresentaram maiores valores de AF (SESMA; DEMUNER; HEBLING, 2009; SILVA et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2013).

A condição de sombreamento proporcionou maiores valores de MSC, com valores superiores em 58; 119; 91; 103 e 88%, comparativamente à condição de pleno sol aos 56, 84, 112, 140 e 168 dias após o transplantio, respectivamente (FIGURA 3A).

Houve comportamento polinomial ao longo do tempo para ambos os tratamentos, intensificando-se a partir dos 112 dias, obtendo-se MSC de 20,14 g na condição de sombreamento, e 11,21 g na condição de pleno sol aos 168 dias após o transplantio (FIGURA 3A).

Semelhantemente à variável MSC, na condição de sombreamento, ocorreram maiores valores de MSF superiores em 130, 99, 30, 49 e 51% comparativamente à condição de pleno sol aos 56, 84, 112, 140 e 168 dias após o transplantio, respectivamente (FIGURA 3B).

Houve comportamento polinomial ao longo do tempo para ambos os tratamentos, intensificando-se a partir dos 112 dias, obtendo-se MSC de 20,14 g na condição de sombreamento, e 11,21 g na condição de pleno sol aos 168 dias após o transplantio (FIGURA 3A).

Semelhantemente à variável MSC, na condição de sombreamento, ocorreram maiores valores de MSF, superiores em 130, 99, 30, 49 e 51% comparativamente à condição de pleno sol aos 56, 84, 112, 140 e 168 dias após o transplantio, respectivamente (FIGURA 3B).

Pode ser observado, ao longo do tempo, comportamento polinomial para ambos os tratamentos, obtendo-se MSF de 5,34 g na condição de sombreamento, e 2,14 g na condição de pleno sol aos 168 dias após o transplantio (FIGURA 3B).

Em mudas de *Hymenaea parvifolia* conduzidas em condição de pleno sol se observaram menor acúmulo de MSC e MSF em comparação aos níveis de 50% e 70% de sombreamento (SILVA et al., 2007).

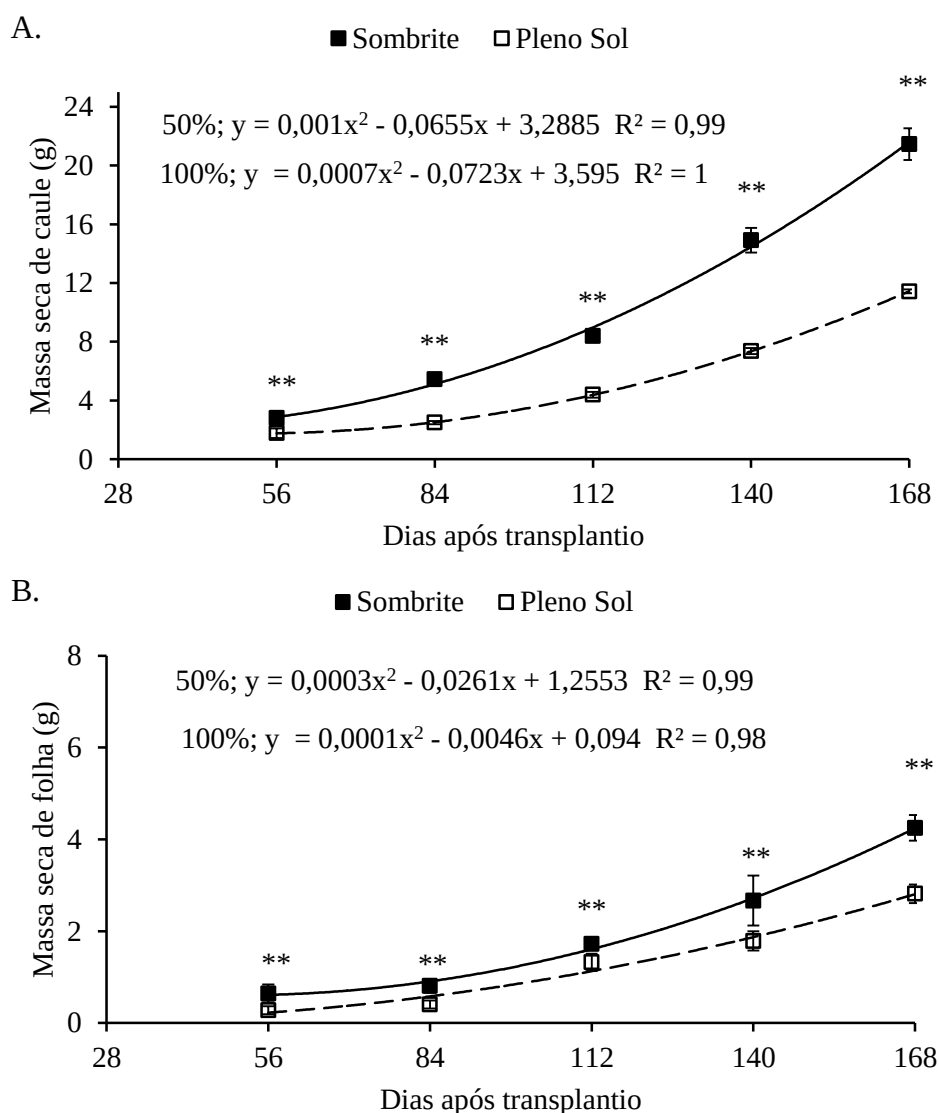


Figura 3 - Massa seca de caule (A) e massa seca de folha (B) de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para MSPA, foram observadas diferenças significativas, sendo superior em 68; 116; 77; 92 e 81%, na condição de sombreamento, em comparação a condição de pleno sol, aos 56, 84, 112, 140 e 168 dias após o transplântio, respectivamente (FIGURA 4A).

Diferentemente ao observado para MSPA, não houve diferença para MSR, sendo observadas, médias de 0,71; 0,77; 0,80; 0,86 e 0,87 g (FIGURA 4B).

Avaliando a MSR ao longo do tempo percebe-se que houve comportamento polinomial para ambos os tratamentos, obtendo-se valores de 0,92 g na condição de sombreamento e 0,76 g na condição de pleno sol, aos 168 dias após o transplântio (FIGURA 4B).

Mudas cultivadas em baixa disponibilidade de luz tendem a investir mais biomassa na parte aérea em detrimento da raiz (LEE et al., 1996). Ao longo das avaliações das mudas de *Hymenaea parvifolia*, observou-se menor acúmulo de MSPA na condição de pleno sol, em comparação aos níveis de 50% e 70% de sombreamento (SILVA et al., 2007).

Aguiar et al. (2011) observaram em mudas de *Caesalpinia echinata* diminuição da MSR com o aumento da luminosidade. Da mesma forma, mudas de *Copaífera langsdorffii* apresentaram aumento da MSR sob condição de sombra (DUTRA et al., 2012).

Houve comportamento polinomial ao longo do tempo para ambos os tratamentos, obtendo-se MSPA de 25,85 g na condição de sombreamento, e 13,37 g na condição de pleno sol aos 168 dias após o transplântio (FIGURA 4A).

Para a relação MSPR, houve diferença significativa apenas aos 84 e 140 dias após transplântio, com valores superiores em 58% e 41% para as mudas mantidas em condição de sombreamento em relação à condição de pleno sol. Nas demais avaliações, se observaram valores médios de 4,17; 9,86; e 20,78 aos 56, 112, e 168 dias após o transplântio, respectivamente (FIGURA 5A).

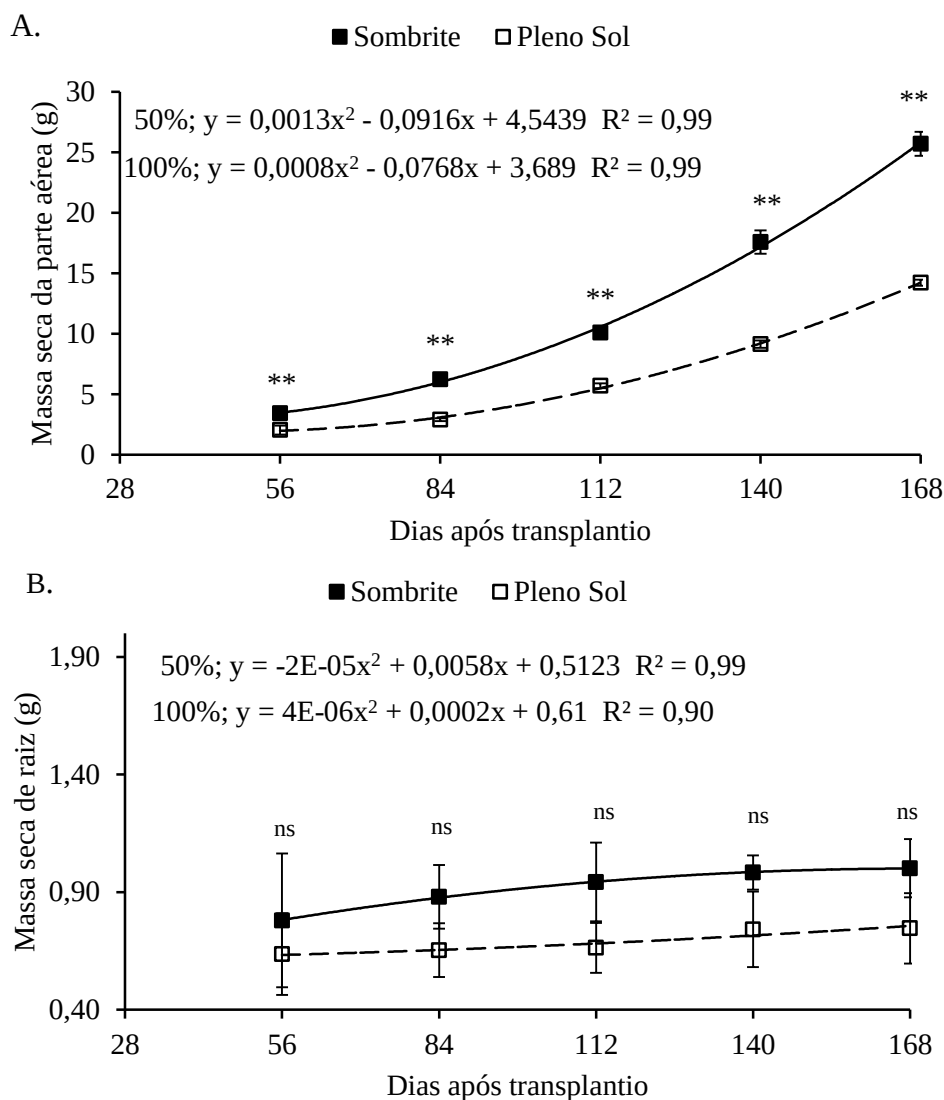


Figura 4 - Massa seca da parte aérea (A) e massa seca de raiz (B) de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Houve comportamento polinomial, ao longo do tempo, para ambos os tratamentos para MSPR, resultando em 27,45 na condição de sombreamento, e 19,20g na condição de pleno sol, aos 168 dias após transplantio (FIGURA 5A).

A base do caule é que experimenta, naturalmente, um sombreamento proporcionado pelas folhas superiores, ocorrendo uma menor produção de fotoassimilados por parte das folhas inferiores, que são mais encarregadas de atender a demanda de carbono nas raízes (WELANDER; OTTOSSON, 1997).

Quando há diminuição da MSPR, com o aumento da luminosidade, isso pode indicar maior equilíbrio na produção de matéria seca entre os sistemas aéreo e radicular (AGUIAR et al., 2011).

A MST foi superior em 57; 101; 73; 88 e 78%, na condição de sombreamento, em comparação à condição de pleno sol, aos 56, 84, 112, 140 e 168 dias após transplantio, respectivamente (FIGURA 5B).

Para ambos os tratamentos, houve comportamento polinomial, ao longo do tempo, para MST, resultando em 27,32 g na condição de sombreamento, e 13,99 g na condição de pleno sol, aos 168 dias após o transplantio (FIGURA 5B).

A exposição prolongada a altas irradiâncias pode ser prejudicial às mudas, por absorverem mais fótons de luz do que conseguem utilizar, podendo ter como consequência a fotoinibição ou mesmo a morte (KITAO et al., 2000). Maiores valores de MST em mudas de *Hymenaea courbaril* e *Enterolobium contortisiliquum* foram obtidos em condição de sombreamento (LIMA et al., 2010).

Para RAF, houve diferença significativa, sendo os valores superiores em 40; 65; 253; 382 e 577%, na condição de sombreamento, em comparação à condição de pleno sol, aos 56, 84, 112, 140 e 168 dias após o transplantio, respectivamente (FIGURA 6A).

Para ambos os tratamentos houve comportamento linear ao longo do tempo, para RAF, resultando em 73,51cm² g⁻¹ na condição de sombreamento, e 8,39 cm² g⁻¹ na condição de pleno sol, aos 168 dias após o transplantio (FIGURA 6A).

Os resultados demonstram que a área foliar útil para a fotossíntese, no caso das mudas de mulungu, em condição de sombreamento 50%, foi maior em todas as avaliações. A RAF expressa área foliar útil para a fotossíntese, sendo relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e CO₂ e a massa

seca total, resultado da fotossíntese, sendo esse um componente morfofisiológico (BENINCASA, 2003).

Em trabalho avaliando mudas de *Caesalpinia pyramidalis*, os autores observaram que à medida que foi maior o nível de sombreamento, a RAF delas diminuiu (DANTAS et al., 2009). Em mudas de *Bombacopsis glabra*, foram observados maiores valores quando cultivadas sob 50% de sombreamento (SCALON et al., 2003).

No entanto, para RPF não foi observada diferença significativa, aos 56, 84 e 140 dias após transplântio, sendo os valores médios 6,6; 7,6 e 6,0, respectivamente. Por outro lado, na condição de sombreamento, aos 112 e 168 dias após transplântio, a RPF foi superior em 34% e 20%, respectivamente (FIGURA 6B).

Houve comportamento polinomial para RPF, em ambos os tratamentos, sendo observados valores de sete, na condição de sombreamento, ao passo que na condição de pleno sol foi observado valor quatro, aos 168 dias após o transplântio (FIGURA 6B).

Considerando que as folhas são a fonte (centro de produção de matéria seca) e que os drenos dependem da exportação dos açúcares produzidos nas folhas (BENINCASA, 2003), a RPF das mudas de mulungu expressa fração de matéria seca retida nas folhas e não exportada para os demais órgãos. Pode-se inferir, portanto, que as folhas que se desenvolveram na condição de pleno sol, exportaram menos fotoassimilados que as na condição de sombreamento.

O efeito dos níveis de sombreamento, de forma de resposta linear crescente, pode indicar que o máximo valor da RPF deverá ocorrer em níveis de sombreamento superiores a 70% (DUTRA et al., 2012). Esse comportamento representa uma menor exportação de biomassa para outras partes da planta com a redução da luminosidade (SILVA et al., 2007).

Não foi observada diferença significativa, para AFE aos 56 dias após o transplântio, sendo o valor médio 285,10 cm² g⁻¹. Por outro lado, aos 84, 140, 112 e 168 dias após transplântio, na condição de sombreamento, os valores foram superiores em 76; 369; 528 e 712%, respectivamente (FIGURA 7A).

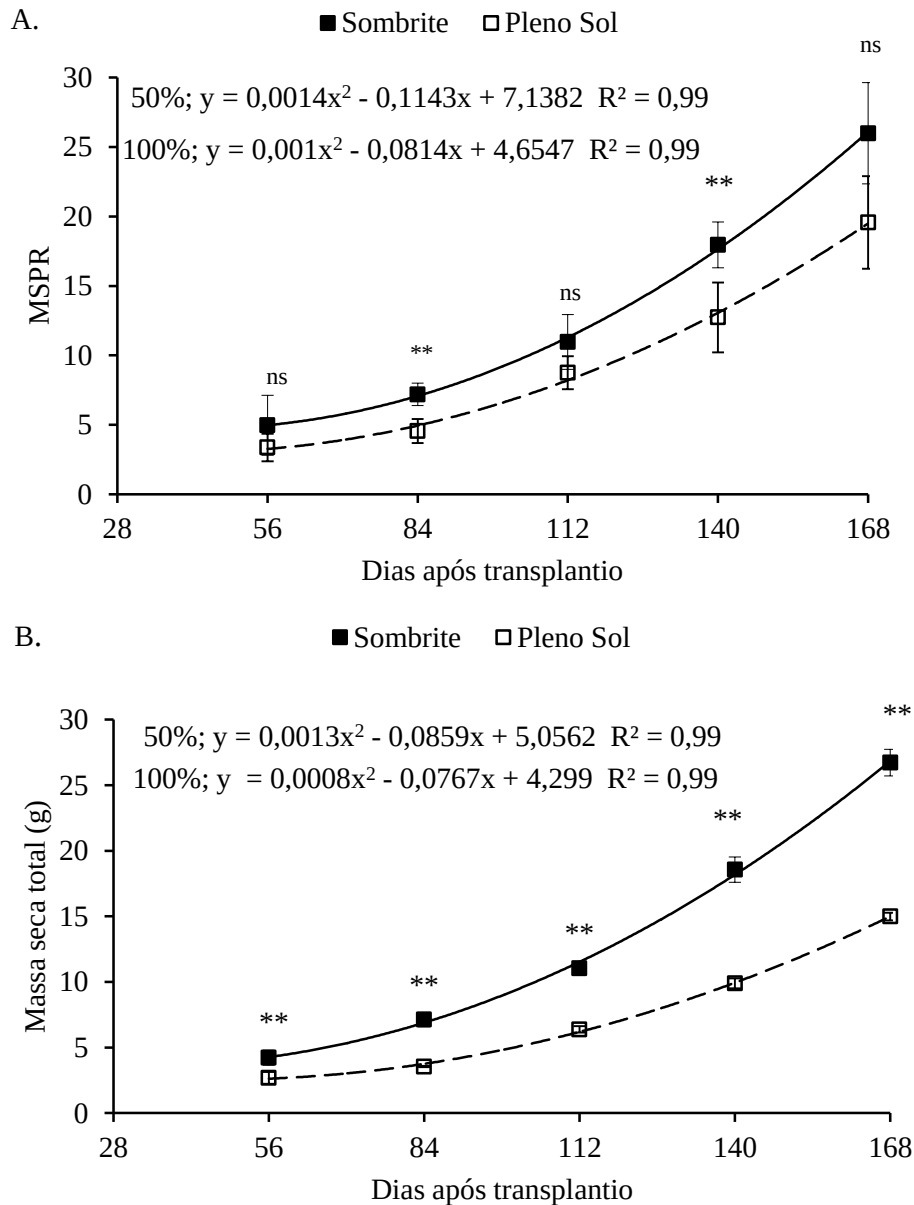


Figura 5 - Relação massa seca da parte aérea e raiz (A) e massa seca total (B) de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

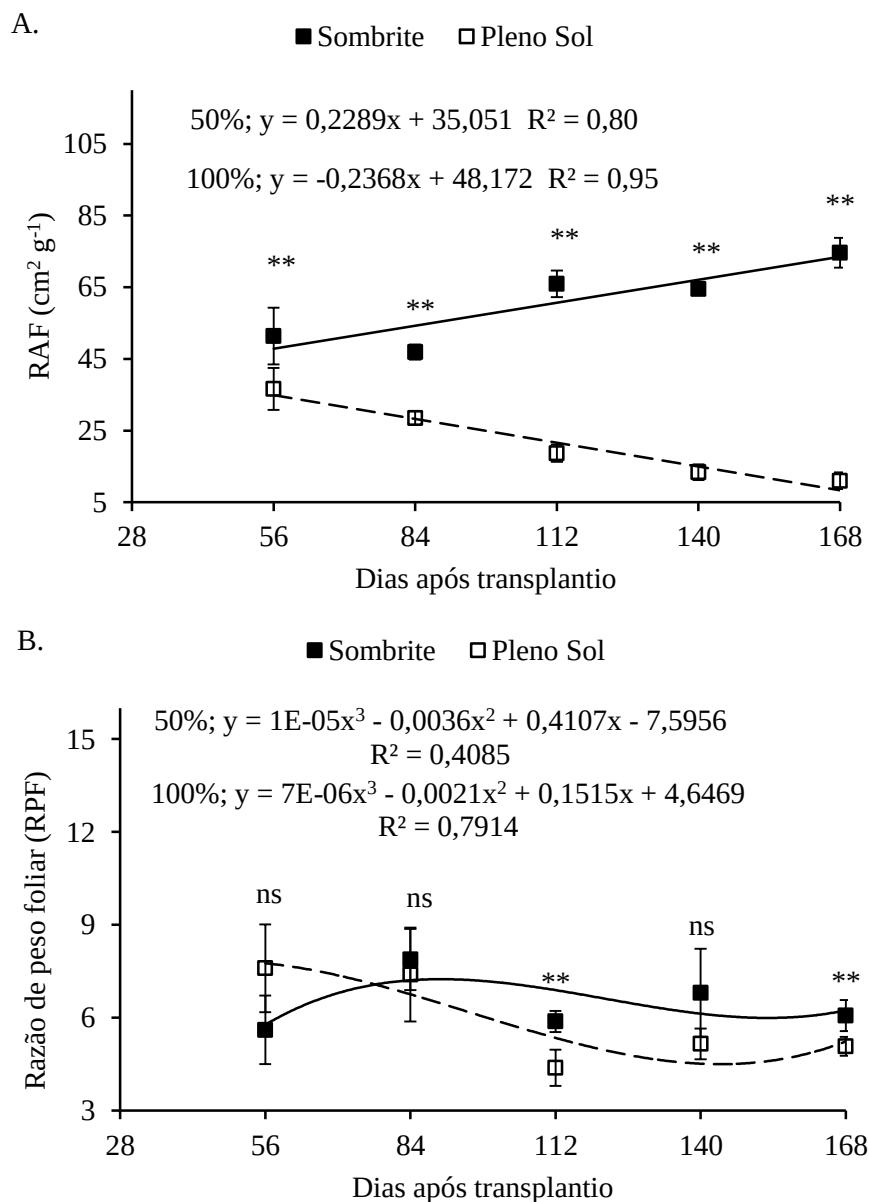


Figura 6 - Razão de área foliar (A) e Razão de peso foliar (B) de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFRSA, 2014.

Para AFE, foi observado comportamento polinomial em ambos os tratamentos, resultando em $451,15 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ na condição de sombreamento, ao passo que na condição de pleno sol $53,28 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, aos 168 dias após o transplântio (FIGURA 7A).

A AFE é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico, e a massa, componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição interna (número e tamanho) das células do mesófilo (BENINCASA, 2003). As plantas sob sombreamento aumentam sua superfície foliar para receber maior quantidade de luz solar, já que esta é essencial para certas atividades metabólicas dos vegetais, como fotossíntese e crescimento (TEIXEIRA et al., 2013).

Em condição de diferentes intensidades luminosas, Dantas et al., (2009) não verificaram diferença significativa para os valores de AFE para mudas de *Caesalpinia pyramidalis*.

Foi observada diferença significativa para TCA. As mudas mantidas em condição de sombreamento apresentaram valores superiores em 239; 38; 114 e 60%, em comparação à condição de pleno sol, aos 84, 112, 140 e 168 dias após transplântio, respectivamente (FIGURA 7B).

Para TCA, foi observado comportamento linear em ambos os tratamentos, resultando em de $0,31 \text{ g dia}^{-1}$ na condição de sombreamento, e $0,18 \text{ g dia}^{-1}$ na condição de pleno sol aos 168 dias após o transplântio (FIGURA 7B).

Dantas et al., (2009) não verificaram diferença significativa entre os tratamentos luminosos, para TCA, em mudas de *Caesalpinia pyramidalis*.

Não foi observada diferença significativa para TCR, sendo os valores médios $0,017$ e $0,015 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ aos 84 e 168 dias após transplântio, respectivamente (FIGURA 8A).

Houve comportamento polinomial para TCR, em ambos os tratamentos, sendo observados valores $0,015 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na condição de sombreamento, e $0,012 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na condição de pleno sol, aos 168 dias após o transplântio (FIGURA 8A).

A TCR é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial (BENINCASA, 2003). A capacidade de

crescer rapidamente é um importante mecanismo de adaptação das espécies quando sombreadas, o que constitui uma estratégia para escapar às condições de baixa intensidade luminosa (MORAES NETO et al., 2000).

Em mudas de *Caesalpinia pyramidalis* sob diferentes intensidades luminosas, os autores verificaram que, em condição de 30% de sombreamento, apresentaram maior TCR (DANTAS et al., 2009). No entanto, para mudas de *Colubrina glandulosa*, o nível de 50% de sombreamento provocou maior TCR (CAUS; PAULILO, 2000).

As mudas de *Erythrina velutina* apresentam comportamento similar àquele encontrado na maioria das espécies de florestas tropicais, ou seja, limitação nas condições de alta luminosidade, mas com capacidade de manter, nestas condições, crescimento positivo, possibilitando ser conduzida em diferentes sistemas agroflorestais.

Assim, sendo esta é uma característica de espécies esciófitas, podendo ser esciófita parcial (GÓMEZ, 2011). Infere-se provavelmente que as mudas de *Erythrina velutina* podem ser consideradas das espécies arbóreas do grupo ecológico esciófita parcial de acordo com os resultados obtidos neste trabalho.

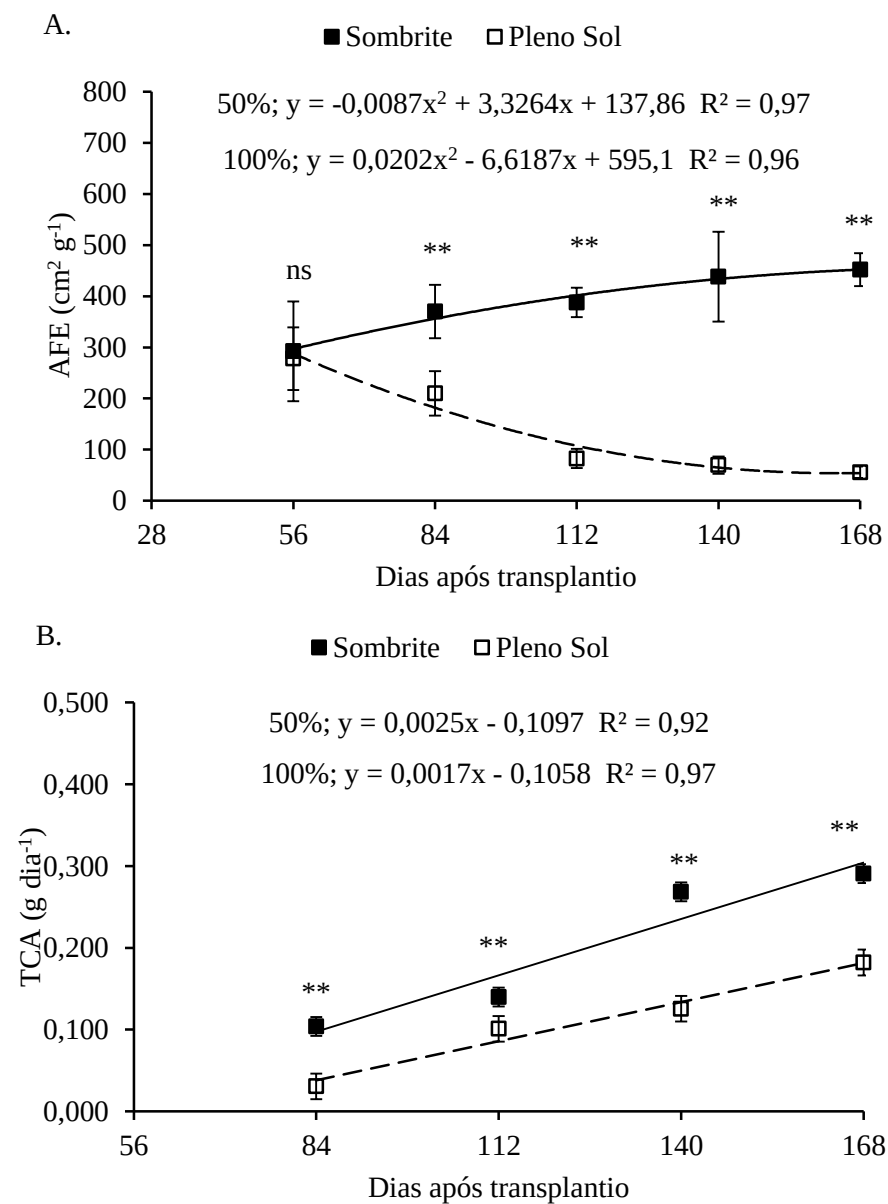


Figura 7 - Área foliar específica (A) e Taxa de crescimento absoluto (B) de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

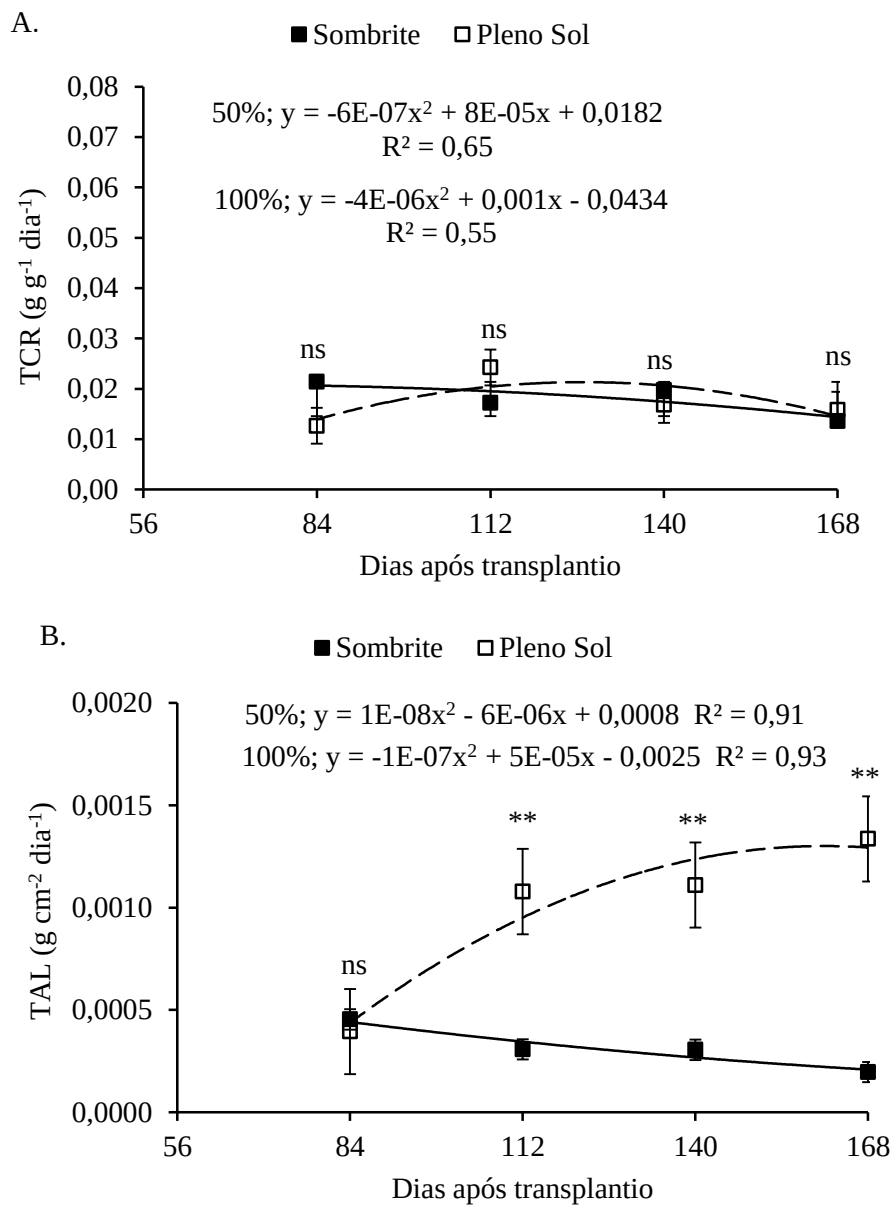


Figura 8 - Taxa de crescimento relativo (A) e Taxa assimilatória líquida (B) de *Erythrina velutina* em dois níveis de luminosidade. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

2.6. CONCLUSÕES

Os maiores valores em crescimento de mudas de *Erythrina velutina* foram observados quando conduzidas sob 50% de sombreamento.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.

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

CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa Caesalpinifolia* benth. e *Sterculia foetida* sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 43-51, 2008.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró, Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1991. 121p.

CARVALHO, P. E. R. **Mulungu (*Erythrina velutina*)**. Embrapa: Circular técnica 160. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8p.

CAUS, C.; PAULILO, M. T. S. Influência da quantidade de luz no crescimento inicial de duas espécies arbóreas da Mata Atlântica. **Insula**, v. 29, p. 107-115, 2000.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB, Departamento de Engenharia Agrícola, 2000. 22p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

GÓMEZ, J. W. L. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. **Acta Amazonica**. Manaus-AM, v. 41, n. 1, p. 135-142, 2011.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; NETO, S. P. M. MANARA M. P. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**; In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. Nutrição mineral de plantas. Piracicaba: IPEF, 2005. 427p.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2010.

KITAO, M.; LEI, T. T.; KOIKE, T.; TOBITA, H.; MARUYAMA, Y. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broadleaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. **Plant Cell and Environmental**, n. 23, p. 81-89, 2000.

LEE, D. W.; BASKARAN, K.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Irradiance and spectral quality affect Asian tropical rain forest tree seedling development. **Ecology**, v. 77, n. 2, p. 568-580, 1996.

LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; CASTRO, L. D. M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 43-48, 2010.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2008. 577p.

MATHEUS, M. T.; GUIMARÃES, R. M.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S. Superação da dormência em sementes de duas espécies de *Erythrina*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 48-53, 2010.

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidade**. 1ª Ed. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009. 340p.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.

OLIVEIRA, M. S. G.; AQUINO, A. B.; SILVA, D. L.; AQUINO, P. G. V.; SANTOS, M. S.; PORFÍRIO, A. P. R.; SANT'ANA, A. E. G.; SANTOS, B. V. O.; ALEXANDRE-MOREIRA, M. S.; ARAÚJO-JÚNIOR, J. X. Antinociceptive and anti-inflammatory activity of hydroalcoholic extracts and fractions from *Erythrina mulungu*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 22, n. 1, p. 157-161, 2012.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SESMA, R. B.; DEMUNER, W. G.; HEBLING, A. S. Efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. em casa de vegetação. **Natureza on line**, v. 7, n. 1, p. 31-36, 2009.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SILVA, J. O.; SILVA, P. G.; SILVA, F. H.; SOUSA, M. C.; CANEDO, S. C. Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia macrophylla* king sob efeito de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 91-98, 2013.

WELANDER, N. T.; OTTOSSON, B. Influence of photosynthetic photon flux on growth and transpiration in seedlings of *Fagus sylvatica*. **Tree Physiology**, v. 17, p. 133-140, 1997.

3. CAPÍTULO – CRESCIMENTO DE *Erythrina velutina* EM DIFERENTES SUBSTRATOS

3.1. RESUMO

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa do Nordeste Brasileiro, empregada no paisagismo, na regeneração de áreas degradadas e na medicina popular. Objetivou-se com este trabalho obter informações sobre o crescimento de mudas de *Erythrina velutina* produzidas em dois substratos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições, sendo a unidade experimental representada por 20 mudas. O primeiro fator foi constituído por dois substratos (arisco + esterco bovino curtido (4:1) e solo + esterco bovino (4:1)) e o segundo fator constituído de dois acessos. Ao longo do experimento foram realizadas coletas a fim de avaliar o crescimento (28, 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura), com intervalos de 28 dias. Em cada coleta, as mudas foram analisadas quanto: ao comprimento da parte aérea, ao número de folhas, ao diâmetro de coleto, à área foliar, à massa da matéria seca (caule, folhas, raiz, parte aérea, relação da parte aérea e raiz, e total), à razão de área foliar, à razão de peso foliar, à área foliar específica, à taxa de crescimento absoluto, à taxa de crescimento relativo, e à taxa assimilatória líquida. Os resultados obtidos demonstram que não houve diferença significativa entre os substratos, principalmente nas avaliações mais tardias. Pode-se concluir que os Acessos de *Erythrina velutina* tiveram crescimento rápido e uniforme quando produzidas nos dois substratos.

Palavras-chave: Crescimento. Fitomassa. Ecofisiologia. Revegetação.

3.2. ABSTRACT

Erythrina velutina is a native tree species from the Brazilian northeast, used in landscaping, in regeneration of degraded areas and traditional medicine. The objective of this work was to obtain information on *Erythrina velutina* seedlings produced in two substrates. The experiment was conducted in a completely randomized design, with parts subdivided in time, with five replications, being the experimental unit represented by 20 seedlings. The first factor was composed of two substrates (sand + cattle manure (4:1) and soil + cattle manure (4:1)) and the second factor consisted of two accessions. During the experiment, five collections of plants for evaluation of growth were realized (28, 56, 84, 112 and 140 days after sowing), with intervals of 28 days. At each sampling date, the following characteristics were analyzed: shoot length, leaf number, basal diameter, leaf area, dry matter (aerial part, branches, leaves, roots, shoots, shoot to root dry weight ratio), leaf area ratio, leaf weight ratio, specific leaf area, absolute growth rate, relative growth rate and net assimilation rate. Results show there was no significant difference between the substrates, especially in the later reviews. It can be concluded that accessions of *Erythrina velutina* had fast and uniform growth when produced in the two substrates.

Keywords: Growth. Biomass. Ecophysiology. Revegetation.

3.3. INTRODUÇÃO

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa do Nordeste Brasileiro, podendo ser encontrada em diferentes regiões do país, desde o Estado do Ceará até o de São Paulo, sendo comum em várzeas úmidas e margens de rios, recebe diversos nomes vulgares, de acordo com cada região, como bucaré, mulungu, mulungu-da-flor-vermelha e mulungu-da-flor-amarela (Ceará); muchôco e mulungá (Minas Gerais); mulungu (Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe e São Paulo) (CARVALHO, 2008).

É empregada no paisagismo, sendo indicada para plantio em margens de corpos d'água, ruas, praças, avenidas, parques e jardins; utilizada na medicina popular devido a propriedades sudorífica, calmante, emoliente, anestésica, relaxante, insônia e anti-inflamatória; a madeira é útil na confecção de jangadas, brinquedos, tamancos, palitos de fósforo, mourões, estacas e caixotaria (LORENZI; MATOS, 2008; MATOS; QUEIROZ, 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

O mulungu se destaca como tolerante à competição, pela rusticidade, resistência à seca e capacidade de fixar nitrogênio, características pertinentes de uma espécie própria para ser utilizada na recuperação de áreas degradadas (HOLANDA et al., 2010; SANTOS et al., 2012).

É uma espécie arbórea excelente para reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente em plantios mistos, principalmente por seu rápido crescimento inicial. No entanto, pouco se sabe sobre a produção de mudas dessa e de outras espécies arbóreas nativas brasileiras, em particular da região semi-árida do Nordeste.

Para que espécies arbóreas da flora brasileira possam ser utilizadas na recuperação de áreas degradadas, em sistemas agroflorestais, são importantes os estudos sobre produção de mudas, uma vez que, pela boa qualidade aumentam-se as taxas de sobrevivência e o crescimento após transplantio, diminuindo os custos de implantação dos projetos.

A análise de crescimento pode ser utilizada como meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e mensurar a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal em diferentes condições de produção, proporcionando parâmetros indicadores de qualidade de mudas para serem utilizadas com sucesso em projetos de reflorestamento.

O avanço tecnológico na área de produção de mudas pode proporcionar rendimento e ganho econômico para o produtor e para o consumidor, resultando na oferta de mudas com qualidade superior, importante para o estabelecimento de povoamentos altamente produtivos (WALKER et al., 2011).

O uso de substratos alternativos para a produção de mudas pode significar menos custo de produção com insumos externos, desde que estes sejam advindos da própria região. Assim, torna-se necessário conhecer as potencialidades de outros substratos oriundos de matérias primas de fácil acesso.

Pode ser verificado que os resultados a respeito do uso de substratos são inúmeros e variados na produção de mudas de espécies arbóreas, assim como é vasto o número de materiais empregados, enfatizando ainda mais a necessidade de estudos que demonstrem os resultados do desempenho no crescimento de mudas das espécies arbóreas de interesse.

Dentre estudos sobre resposta a diversos substratos, podem-se destacar alguns feitos com outras espécies arbóreas, tais como *Guzuma ulmifolia* (SCALON et al., 2011), *Caesalpinia pyramidalis* (DANTAS et al., 2009), *Peltophorum dubium* (ALVES et al., 2011), *Cedrela odorata* (ROWEDER; NASCIMENTO; SILVA, 2012), *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformis* (CUNHA et al., 2006), *Hymenaea courbaril* (BARBIERI et al., 2007), *Eucalyptus urophylla*, *Cedrela odorata*, *Schinus terebinthifolius* e *Acacia holosericea* (SOUZA et al., 2006) em condições ambientais dos Estados de Pernambuco, Bahia, Paraíba, Rio Grande do Sul, Acre, Espírito Santo, Mato Grosso, Espírito Santo, Paraíba, sugerindo substratos orgânicos ou minerais para produção de mudas de qualidade.

São poucos trabalhos feitos para avaliar substratos para a produção das mudas de *Erythrina velutina*, dentre os quais podem ser citados os que avaliaram a produção de mudas em substrato constituído de: areia + vermiculita (ALVES et al.,

2008) e areia + vermiculita + composto orgânico (GUIMARÃES et al., 2011), realizados nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, respectivamente.

Portanto, considerando-se a importância da espécie em estudo, e tendo necessidade de conhecer substratos para sua produção, o objetivo deste trabalho foi obter informações sobre o crescimento de mudas de *Erythrina velutina* produzidas em dois substratos.

3.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro de Produção de Mudas do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró-RN. O município situa-se a 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste e altitude de 18 m. Segundo Thornthwaite, o clima local é DdAa', ou seja, semiárido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso d'água durante o ano, e de acordo com Köppen é BSwb', seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO; ESPÍNOLA SOBRINHO; MAIA NETO, 1991).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições, sendo a unidade experimental representada por 20 mudas. O primeiro fator foi constituído por dois substratos: solo de Mossoró-RN + esterco bovino curtido (4:1) e solo do Campus de Angicos-RN + esterco bovino curtido (4:1), e o segundo fator constituído de dois Acessos, ou seja, sementes obtidas de duas árvores de *Erythrina velutina* no campus da Ufersa, sendo uma próxima ao Ginásio Poliesportivo e outra na área do Antigo Zoobotânico.

As sementes foram coletadas e levadas ao laboratório para realização do beneficiamento manual. Neste trabalho, realizou-se a semeadura direta. Para tanto, foi realizada a superação da dormência pelo método de escarificação mecânica,

lixando-as na extremidade da semente próxima à região da emissão da radícula. As sementes foram postas na profundidade de dois cm a três cm, colocando as sementes com o hilo para baixo (MATHEUS et al., 2010).

A semeadura foi feita em sacos plásticos de polietileno preto, com capacidade de 1,5 l. Antes da semeadura, retiraram-se amostras de cada solo para caracterização química, obtendo-se as seguintes características: pH= 7,60; Na^+ = 2,29; Al^{3+} = 0,00; K^+ = 1,49; Ca^{2+} = 3,30; Mg^{2+} = 2,00; Soma de Bases= 9,08 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; P= 235,07; Cu = 0,40; Zn=7,40; Fe= 76,00; Mn= 22,40 mg kg^{-1} ; C= 3,32 e MO= 5,73 g kg^{-1} para o primeiro, constituído de solo coletado no município de Mossoró-RN, classificado como Planossolos (IDEMA, 2014), além de pH= 4,25; Na^+ = 0,022; Al^{3+} = 0,58; K^+ = 0,17; Ca^{2+} = 0,88; Mg^{2+} = 0,79; Soma de Bases= 1,83 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e MO= 5,73 g kg^{-1} para o segundo, constituído de solo coletado no município de Angicos-RN, classificado como Neossolo Litólico (IDEMA, 2014).

A condução do experimento foi em casa de vegetação com 50% de sombreamento. A irrigação foi feita com microaspersores, em duas irrigações diárias (manhã e fim da tarde).

Ao longo do experimento, foram realizadas cinco coletas de plantas para avaliação de crescimento (28, 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura), com intervalos de 28 dias. A primeira coleta foi realizada no dia 4 de novembro de 2010. Em cada coleta, as mudas foram retiradas dos sacos plásticos e analisadas quanto às seguintes características: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC), área foliar (AF), massa seca do caule (MSC), folhas (MSF), raiz (MSR), parte aérea (MSPA), relação massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPR), massa seca total (MST), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL), de acordo com Benincasa (2003).

Para mensuração do comprimento da parte aérea, considerada do coleto até o ápice, foi utilizada régua graduada com precisão de 0,1 cm; para o diâmetro do coleto, foi usado um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. A área foliar foi determinada utilizando o método dos discos (FERNANDES, 2000). Para

determinação da massa seca, as mudas foram fracionadas em folhas, caules e raízes, que foram lavados, acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 65° C, até atingirem massa constante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade, que foram usadas para criar as barras de erros para a série de gráficos, além da análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade com uso do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância detectou diferença ao nível de 1% de probabilidade entre tratamentos Substratos para CPA, ao passo que não houve diferença para NF, DC e AF. Já entre tratamentos Acessos, a análise de variância detectou diferença ao nível de 1% de probabilidade para CPA, DC e AF, ao passo que para NF não houve efeito significativo. Não foi detectado efeito significativo para interação entre os tratamentos Substratos x Acessos, para variável CPA, NF e DC, sendo apenas detectado para AF. Para todas essas variáveis, os maiores valores foram obtidos nas mudas do Acesso 2, principalmente para CPA, DC e AF, ao passo que na condição de Substrato 2 os maiores valores foram obtidos para CPA (TABELA 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC), área foliar (AF) de dois Acessos de *Erythrina velutina* semeadas em dois Substratos, Mossoró, UFRSA, 2014.

	CPA (cm)	NF	DC (mm)	AF (cm ²)
Valores de F				
Substratos (S)	9,89**	2,43 ^{ns}	1,77 ^{ns}	0,43 ^{ns}
Acessos (A)	13,47**	2,42 ^{ns}	29,20**	27,45**
S x A	0,34 ^{ns}	3,49 ^{ns}	0,04 ^{ns}	27,31**
CV (%)	12,53	21,89	12,91	16,75
Tratamentos	Valores médios			
Substrato 1	30,68 b	8 a	13,43 a	522,00 a
Substrato 2	32,44 a	9 a	13,76 a	530,15 a
Acesso 1	30,53 b	8 a	12,92 b	493,42 b
Acesso 2	32,59 a	9 a	14,26 a	558,72 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Foi observada diferença estatística ao nível de 1% de probabilidade entre tratamentos Substratos para MSC, MSF, MSPA, MSR, MST e MSPR. E entre tratamentos Acessos, a análise de variância detectou diferença ao nível de 1% de probabilidade para MSC, MSF, MSPA, MSR, MST e MSPR. Não foi detectado efeito significativo para interação entre os tratamentos Substratos x Acessos, para MSC, MSPA, MSR, MST, e MSPR, com exceção da MSF. Para todas essas variáveis, os maiores valores foram obtidos nas mudas do Acesso 2, ao passo que na condição de Substrato 1 os maiores valores foram para MSC, MSF, MSPA, MSR e MST, com exceção de MSPR (TABELA 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de dois Acessos de *Erythrina velutina* semeadas em dois Substratos, Mossoró, UFERSA, 2014.

	MSC	MSF	MSPA	MSR	MST	MSPR
	(g)					
	Valores de F					
Substratos (S)	19,9**	294,1**	117,2**	130,8**	157,6**	18,0**
Acessos (A)	163,3**	28,1**	174,4**	17,9**	188,0**	13,3**
S x A	0,005 ^{ns}	14,5**	2,2 ^{ns}	1,2 ^{ns}	2,7 ^{ns}	0,2 ^{ns}
CV (%)	9,19	12,6	7,91	10,94	7,16	14,80
Tratamentos	Valores médios					
Substrato 1	6,18 a	2,37 a	8,56 a	1,06 a	9,62 a	7,21 b
Substrato 2	5,84 b	1,75 b	7,58 b	0,89 b	8,47 b	7,89 a
Acesso 1	5,51 b	1,96 b	7,47 b	0,95 b	8,42 b	7,26 b
Acesso 2	6,51 a	2,16 a	8,67 a	1,01 a	9,67 a	7,84 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Houve diferenças ao nível de 1% de probabilidade entre Substratos para RAF, RPF, AFE, TCA, TCR e TAL. E entre Acessos, a análise de variância detectou diferença ao nível de 1% de probabilidade para RAF, RPF, AFE, TCA e TAL, com exceção de TCR. Não foi detectado efeito significativo para interação entre Substratos e Acessos, para AFE e TCA, com exceção de RAF, RPF, TCR e TAL. Para todas estas variáveis, os maiores valores foram obtidos nas mudas do Acesso 2, ao passo que na condição de Substrato 2, os maiores valores foram para RAF, RPF, AFE, TCA, TCR e TAL (TABELA 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), e taxa assimilatória líquida (TAL) de dois Acessos de *Erythrina velutina* semeadas em dois Substratos, Mossoró, UFERSA, 2014.

Valores de F	RAF	AFE	RPF	TCA	TCR	TAL
	(cm ² g ⁻¹)			(g dia ⁻¹)	(g g dia ⁻¹)	(g cm ² dia ⁻¹)
Substratos (S)	107,8**	236,5**	50,2**	286,6**	396,9**	310,6**
Acessos (A)	31,8**	11,3**	43,5**	22,5**	0,3 ^{ns}	12,3**
S x A	23,4**	2,5 ^{ns}	21,4**	2,3 ^{ns}	16,3**	16,6**
CV (%)	22,7	17,7	13,7	33,0	35,2	42,3
Tratamentos			Valores médios			
Substrato 1	73,7 b	248,3 b	3,4 b	0,04 b	0,005 b	0,00007 b
Substrato 2	103,1 a	366,5 a	3,9 a	0,10 a	0,015 a	0,00022 a
Acesso 1	96,4 a	294,5 b	3,5 b	0,06 b	0,010 a	0,00013 b
Acesso 2	80,4 b	320,3 a	3,9 a	0,08 a	0,010 a	0,00016 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de *Tukey* ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Nas figuras de 1 a 16, são observados os valores das variáveis analisadas: CPA, NF, DC, AF, MSC, MSF, MSPA, MSR, MST, MSPR, RAF, RPF, AFE, TCA, TCR e TAL em função do tempo.

Não houve diferença significativa entre Acessos, para CPA, sendo observados valores médios de 10,74; 22,30; 28,20; 42,11 e 54,41 cm, dos Acessos aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 1A).

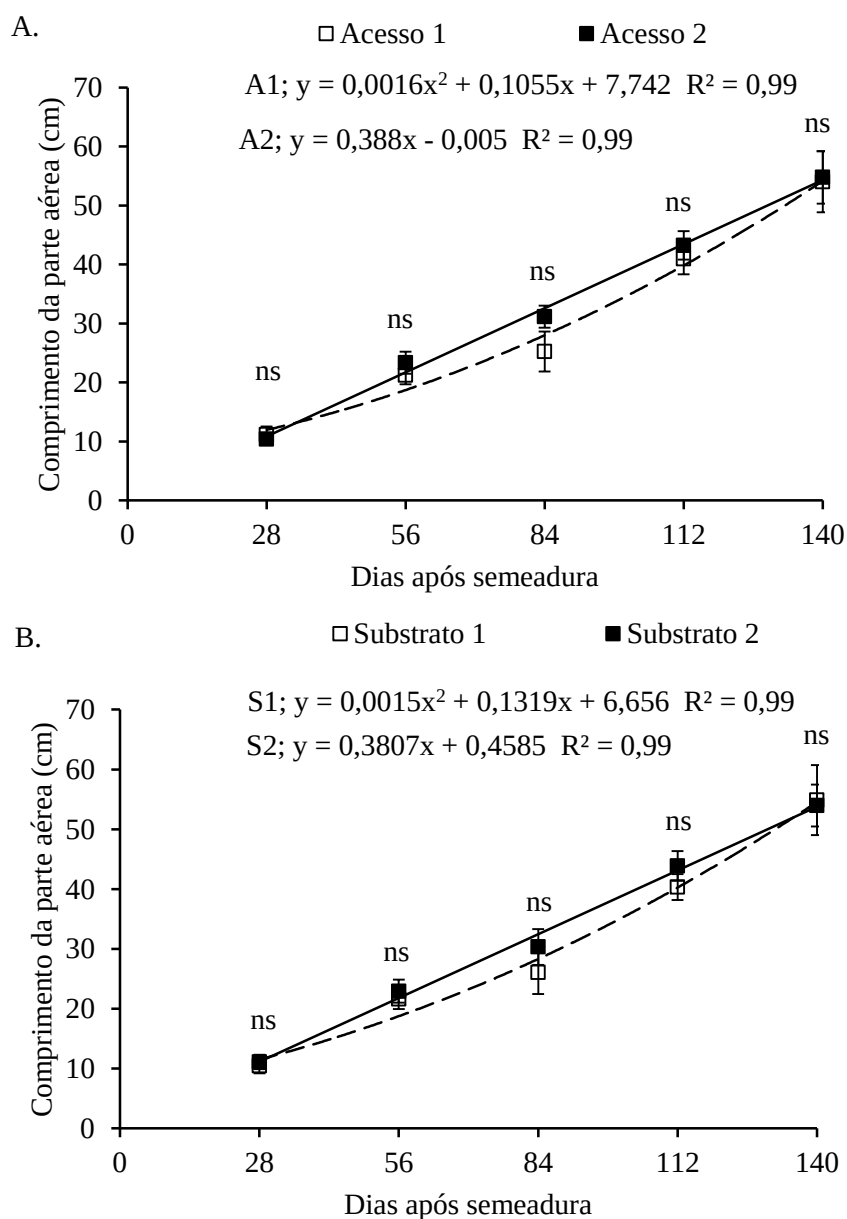


Figura 1 - Comprimento da parte aérea de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para CPA, não houve diferença significativa entre os Substratos, sendo observados valores médios de 10,74; 22,30; 28,20; 42,11 e 54,41 cm nos Substratos aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 1B).

O CPA é um atributo muito utilizado para estimar a qualidade de mudas (GOMES et al., 2002), considerando-se 20 cm e 35 cm de altura como um padrão de qualidade (GONÇALVES et al., 2005).

Os resultados observados para CPA neste experimento demonstram que o esterco bovino curtido utilizado na mistura do substrato pode ter fornecido os nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento de mudas de mulungu. Esta observação está de acordo com outros trabalhos que, avaliando o desenvolvimento de mudas de *Acácia* sp, em diferentes substratos, verificaram na parte aérea das mudas tendência ao maior acúmulo de nutrientes e maior CPA, quando cultivadas no substrato com adição de esterco bovino (CUNHA et al., 2006). Portanto, é evidente que nos substratos utilizados ocorre a presença relevante dos nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das mudas de *Erythrina velutina*.

Em mudas de *Cedrela odorata*, foram observados maiores valores de CPA em Substrato composto de húmus de minhoca (ROWEDER et al., 2012).

Não foram observadas diferenças para NF entre os Acessos, com valores médios de 4, 7, 8, 10 e 12 folhas aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 2A).

Não foram observadas diferenças para NF, entre os Substratos, sendo observados valores médios de 4, 7, 8, 10 e 12 folhas nos Substratos aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 2B).

Para NF, tanto no Substrato 1 quanto no Substrato 2 foi observado comportamento linear ao longo do experimento, obtendo-se 12 folhas, para ambos, aos 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 2B).

O NF de *Enterolobium contortisiliquum* foi influenciado positivamente com os substratos que continham esterco bovino curtido. Porém, quando utilizado apenas o solo não houve efeito positivo (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011).

Semelhantemente aos resultados obtidos para CPA e NF, também não houve diferença significativa entre os Acessos para DC, sendo observados valores médios de 5,01, 10,02, 12,32, 18,43 e 22,18 mm aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 3A).

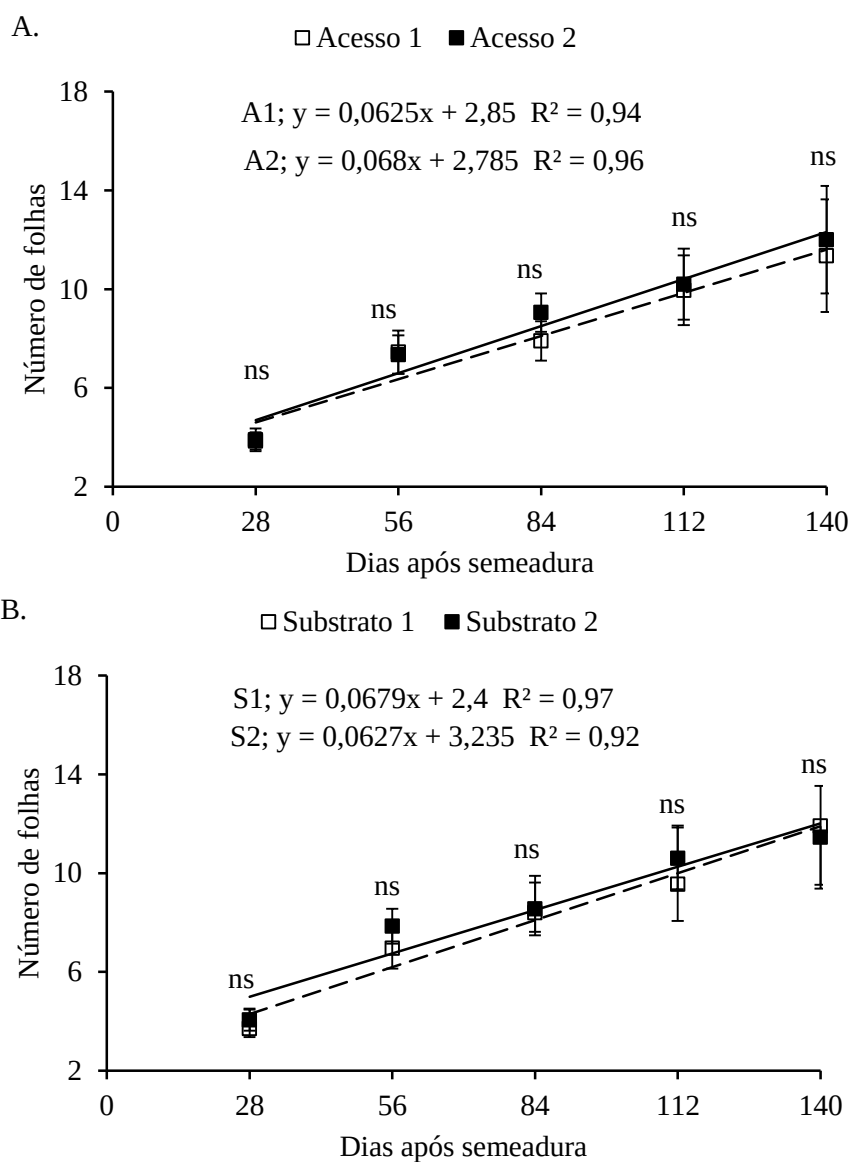


Figura 2 - Número de folhas de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam

diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para NF, tanto no Acesso 1 quanto no Acesso 2 foi observado comportamento linear ao longo do experimento, obtendo-se 12 folhas, para ambos, aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 2A).

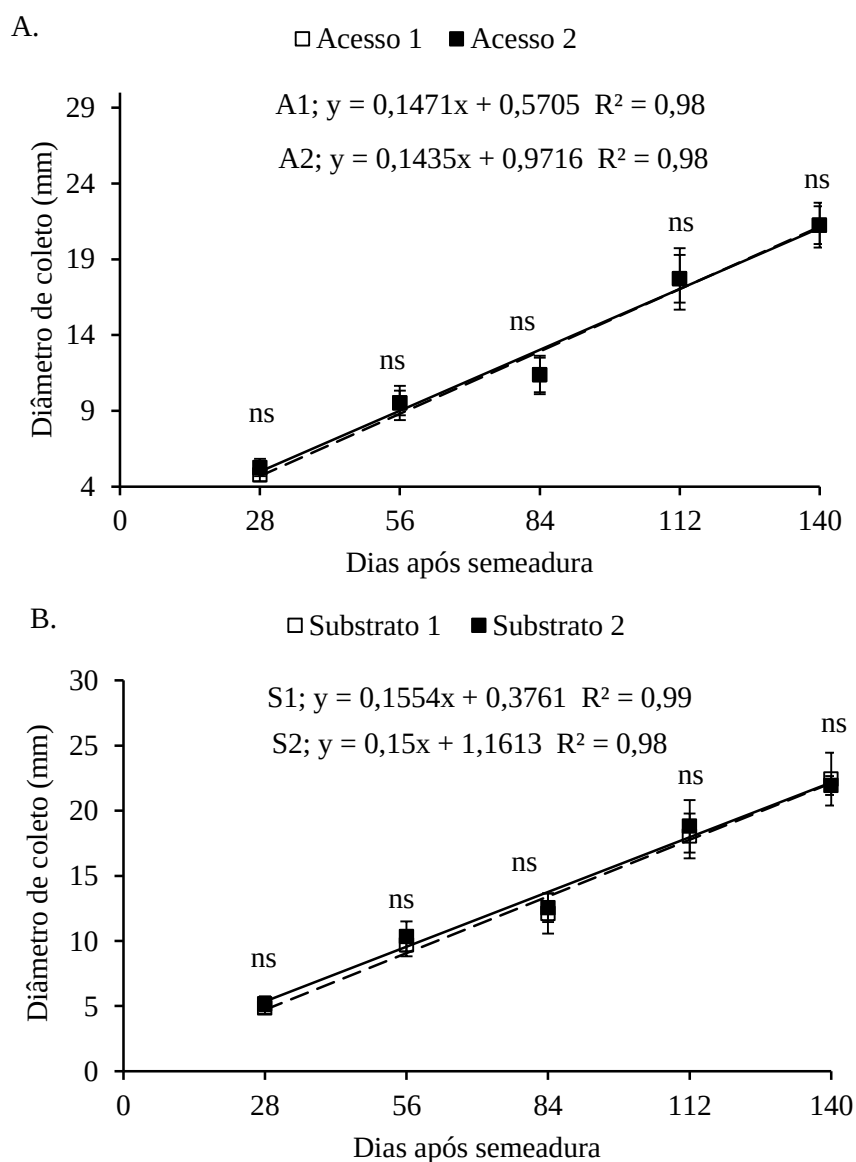


Figura 3 - Diâmetro de coleto de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para DC, tanto no Acesso 1 quanto no Acesso 2 foi observado comportamento linear ao longo do experimento, obtendo-se 21,15 e 21,06 mm aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 3A).

Não houve diferença significativa entre Substratos para DC, sendo observados valores médios de 5,01; 10,02; 12,32; 18,43 e 22,18 mm nos Substratos aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 3B).

Para DC, tanto no Substrato 1 quanto no Substrato 2 foi observado comportamento linear ao longo do experimento, obtendo-se 22,13 e 22,16 mm, aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 3B).

Uma muda de boa qualidade apresenta DC entre 5 mm e 10 mm, sendo considerado um bom indicativo de qualidade, que tem forte correlação com a porcentagem de sobrevivência (GONÇALVES et al., 2005).

Dentro de uma mesma espécie, as mudas com maior DC apresentam maior taxa de sobrevivência, por apresentarem maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes (SOUZA et al., 2006).

Na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, os autores notaram que a presença de matéria orgânica nos substratos é importante para a formação das mudas, uma vez que, quando formadas em substrato que continha um elevado teor de matéria orgânica, apresentaram maior DC (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011).

Houve diferença significativa para AF entre Acessos de mudas de mulungu aos 140 dias após semeadura, sendo que o Acesso 2 foi superior ao Acesso 1 em 39%. No entanto, não houve diferença significativa aos 28, 56, 84 e 112 dias após a semeadura, obtendo-se valores médios de 52,32; 391,08; 580,76 e 694,69 cm² respectivamente (FIGURA 4A).

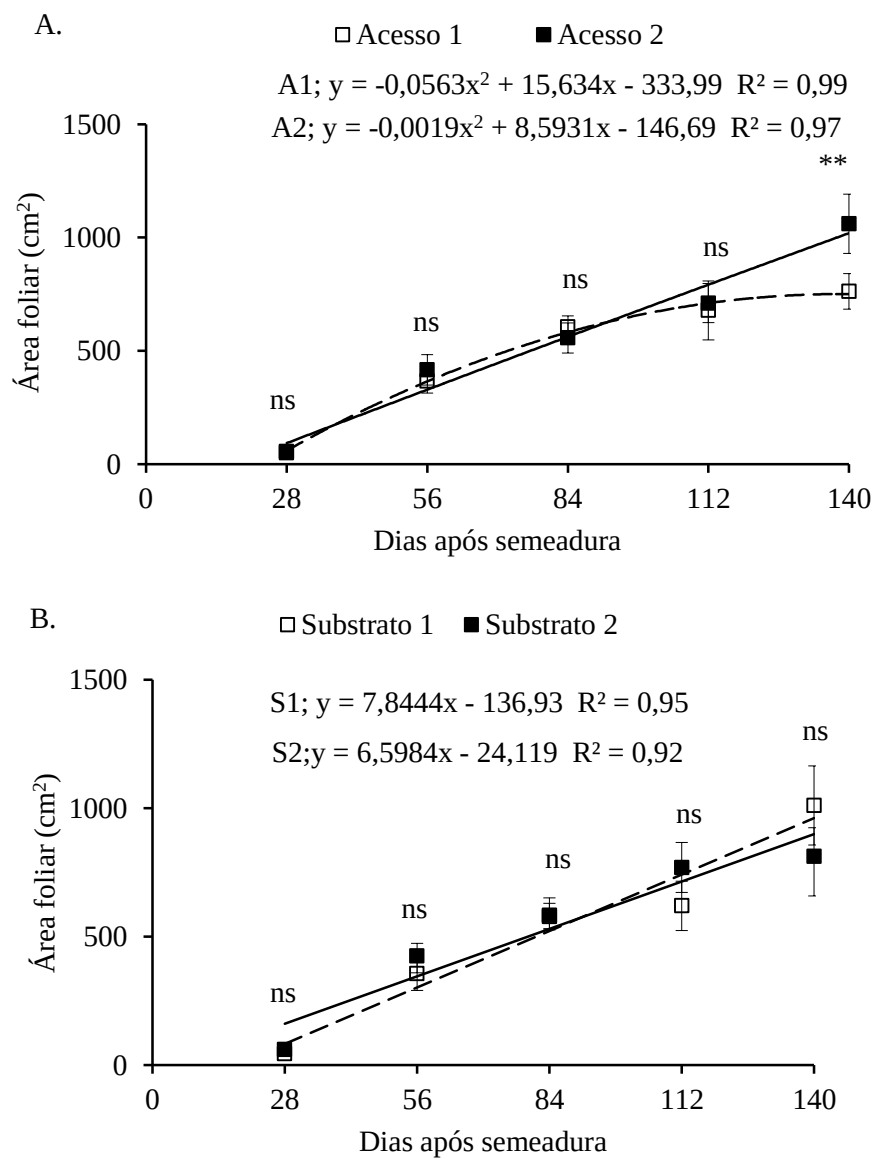


Figura 4 - Área foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para AF, tanto no Acesso 1 quanto no Acesso 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se 751,29 e 1052,62 cm² aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 4A).

Não houve diferença significativa dentre os Substratos, para AF, sendo observados valores médios de 52,32; 391,08; 580,76; 694,69 e 911,51 cm² nos Substratos aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 4B).

Para AF, tanto no Substrato 1 quanto no Substrato 2 foi observado comportamento linear ao longo do experimento, obtendo-se 961,29 e 899,66 cm² por muda aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 4B).

Para produção de mudas de *Copaifera langsdorffii*, independentemente do substrato orgânico utilizado, não houve diferença para a área foliar, sendo a explicação atribuída à estreita relação C/N dos substratos, o que possibilitaria a resposta positiva das mudas (DUTRA et al., 2012).

Em trabalho avaliando mudas de mulungu em diferentes substratos, os autores verificaram que os substratos constituídos de areia e composto orgânico proporcionaram maiores valores de área foliar (GUIMARÃES et al., 2011).

Houve diferença significativa para MSC entre Acessos aos 112 e 140 dias após semeadura, sendo que o Acesso 2 foi superior ao Acesso 1 em 19%. No entanto, não houve diferença significativa aos 28, 56 e 84 dias após a semeadura, obtendo-se valores médios de 0,38; 2,00 e 4,59 g, respectivamente (FIGURA 5A).

Para MSC, tanto no Acesso 1 quanto no Acesso 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se 13,43 e 15,75 g aos 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 5A).

Não houve diferença significativa para MSC entre os Substratos aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após semeadura, obtendo-se valores médios de 0,38; 2,00; 4,59; 9,08 e 14,00 g, respectivamente (FIGURA 5B).

Para MSC, tanto no Substrato 1 quanto no Substrato 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se 13,86 e 13,36 g aos 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 5B).

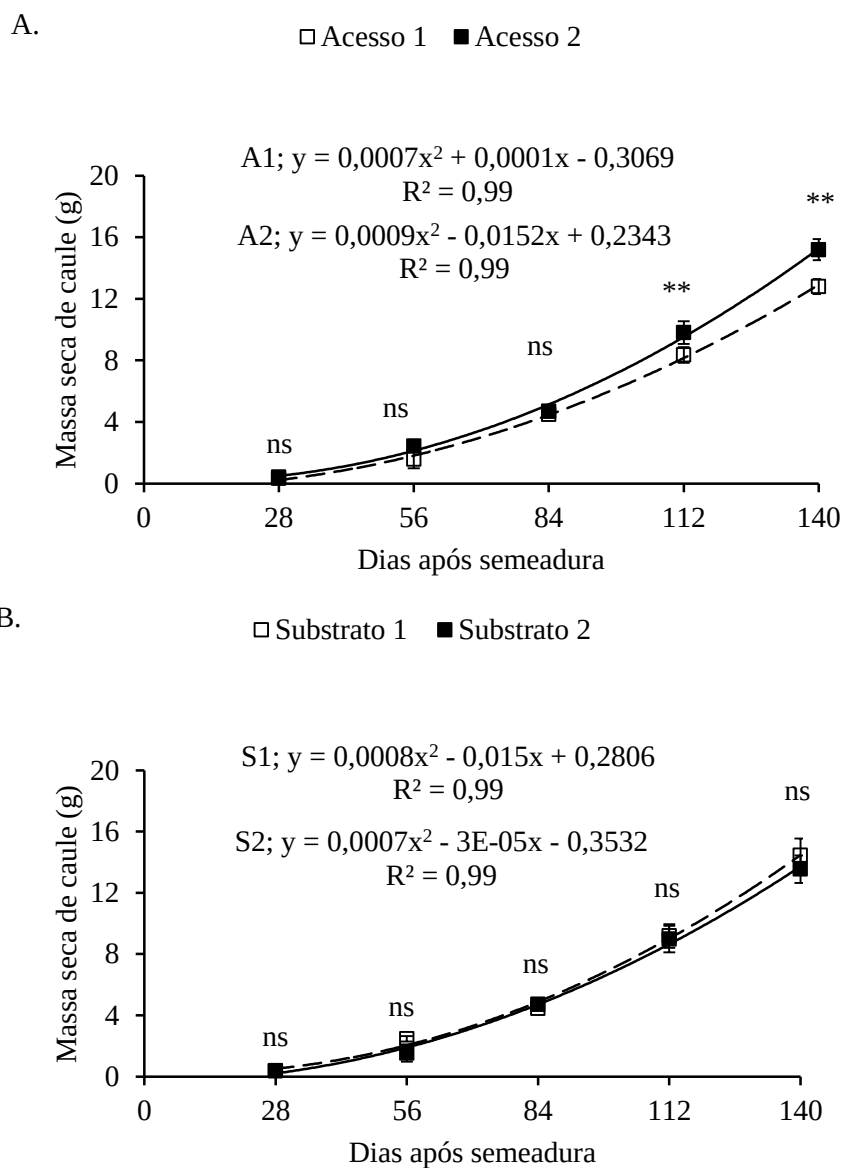


Figura 5 - Massa seca de caule de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

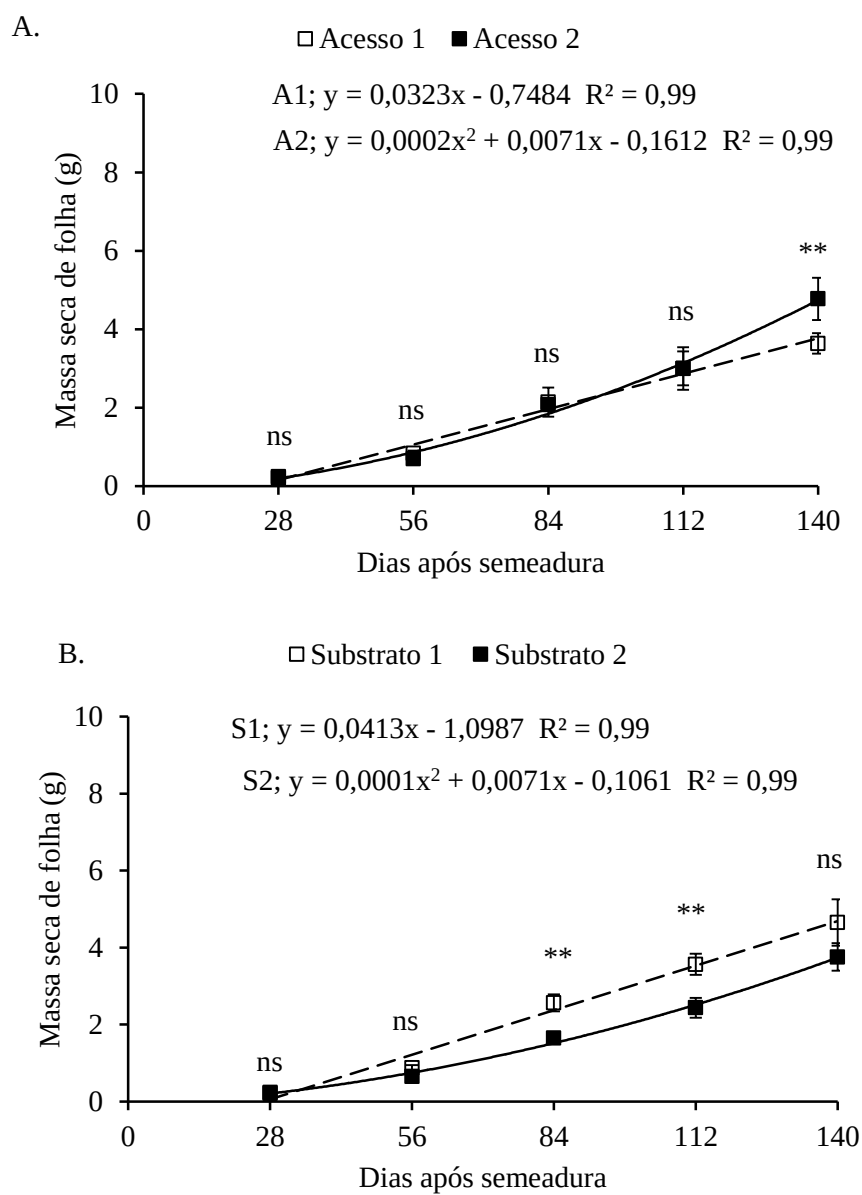


Figura 6 - Massa seca de folha de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para MSF, no Acesso 1 foi observado comportamento linear e no Acesso 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se 3,77 e 4,75 g aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 6A).

Houve diferença significativa para MSF, entre Acessos, aos 84 e 112 dias após semeadura, sendo que o Acesso 2 foi inferior ao Acesso 1 em 36 e 32%. No entanto, não houve diferença significativa aos 28, 56 e 140 dias após semeadura, obtendo-se valores médios de 0,22; 0,76 e 4,21 g, respectivamente (FIGURA 6B).

Para MSF, no Substrato 1 foi observado comportamento linear, e no Substrato 2 foi observado comportamento polinomial, ao longo do experimento, obtendo-se 6,68 e 2,85 g aos 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 6B).

A MSF de mudas de *Copaifera langsdorffii* produzidas em substratos orgânicos foi superior em 147% em comparação ao substrato comercial (DUTRA et al., 2012).

Não houve diferença significativa entre Acessos para MSPA aos 28, 56, 84 e 112 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 0,60; 2,76; 6,70 e 12,08 g dos Acessos, respectivamente. Porém, aos 140 dias após semeadura, o Acesso 2 foi superior em 21% ao Acesso 1 (FIGURA 7A).

Para MSPA, tanto no Acesso 1 quanto no Acesso 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se 15,94 e 20,51 g aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 7A).

Não houve diferença significativa entre os Substratos para MSPA aos 28, 84, 112 e 140 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 0,60; 6,70; 12,08 e 18,20 g nos Substratos, respectivamente. Porém, aos 56 dias após semeadura, o Substrato 2 foi inferior em 34% ao Substrato 1 (FIGURA 7B).

Para MSPA, tanto no Substrato 1 quanto no Substrato 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se 18,28 e 18,17 g aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 7B).

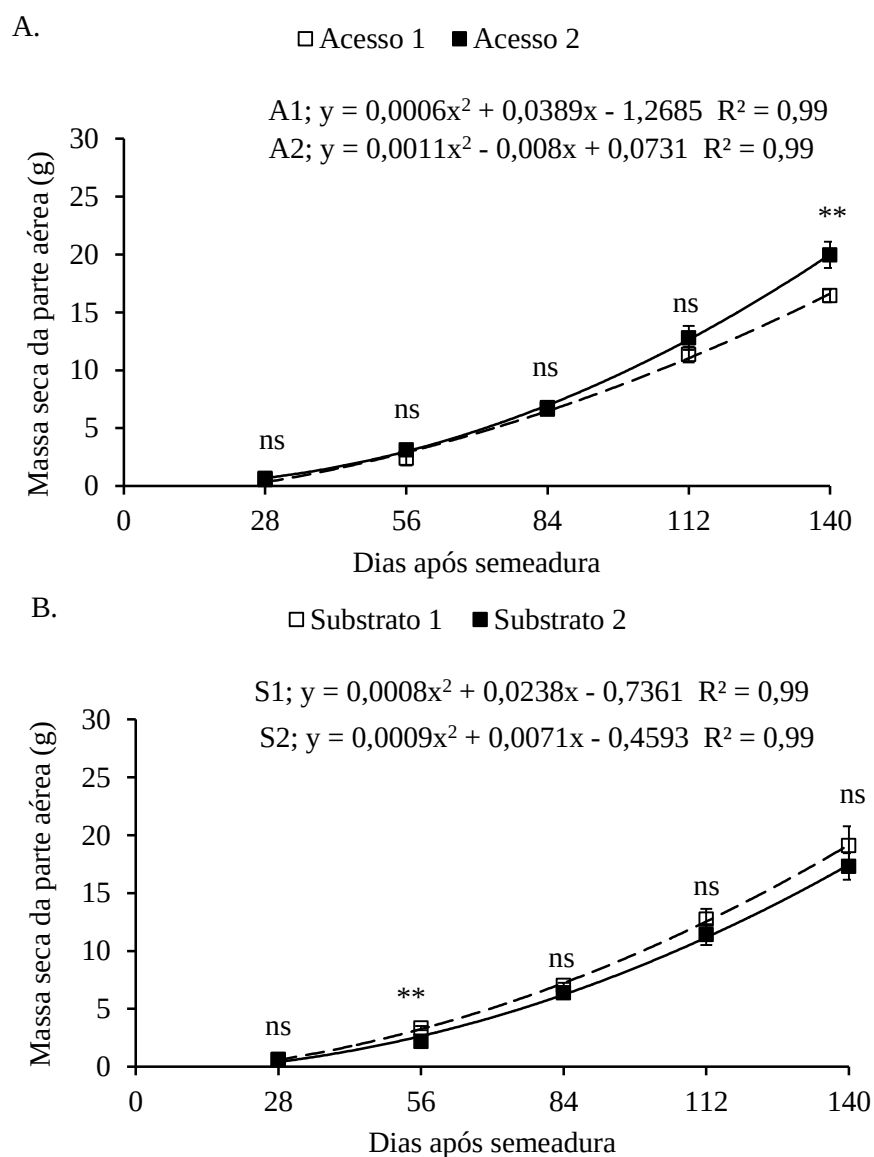


Figura 7 - Massa seca da parte aérea de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Foram obtidos maiores valores de MSPA em substratos que continham esterco bovino curtido em sua composição, na produção de mudas de *Enterolobium*

contortisiliquum (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011), ao passo que para *Peltophorum dubium* foi terra vegetal + vermiculita (ALVES et al., 2011) e vermiculita para *Zizipus joazeiro* (MONIZ-BRITO; AYALA-OSUÑA, 2005), além de terra vegetal + vermiculita para *Erythrina velutina* (ALVES et al., 2008).

Não houve diferença significativa entre Acessos para MSR aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura, sendo observados valores médios de 0,67, 0,89, 1,08, 1,11 e 1,13 g, respectivamente (FIGURA 8A).

Para MSR, tanto no Acesso 1 quanto no Acesso 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se 1,17 e 1,12 g aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 8A).

Não houve diferença significativa entre os Substratos para MSR, aos 28 e 56 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 0,67 e 0,89 g, respectivamente. Porém, ocorreu diferença aos 84, 112 e 140 dias após semeadura, sendo observado que Substrato 2 foi inferior em 24, 22 e 18% ao Substrato 1 (FIGURA 8B).

Para MSR, tanto no Substrato 1 quanto no Substrato 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se 1,27 e 1,00 g aos 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 8B).

Esterco é um componente orgânico que melhora as condições físicas do substrato, como aeração e drenagem, além de ser rico em nutrientes, que são rapidamente liberados para as mudas (CORREIA et al., 2001). O substrato com adição de esterco exerce influência marcante na MSR e no estado nutricional das mudas, interferindo na qualidade destas, como observado em mudas de *Cedrela odorata* (ROWEDER et al., 2012).

Em substrato que continha esterco bovino curtido na sua composição na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011), *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformes* (CUNHA et al., 2006), foram observados maiores valores de MSR. Uma possível explicação para este efeito positivo seria que o adubo orgânico pode melhorar a estrutura do solo, permitindo o melhor desenvolvimento do sistema radicular (DIAS et al., 2008).

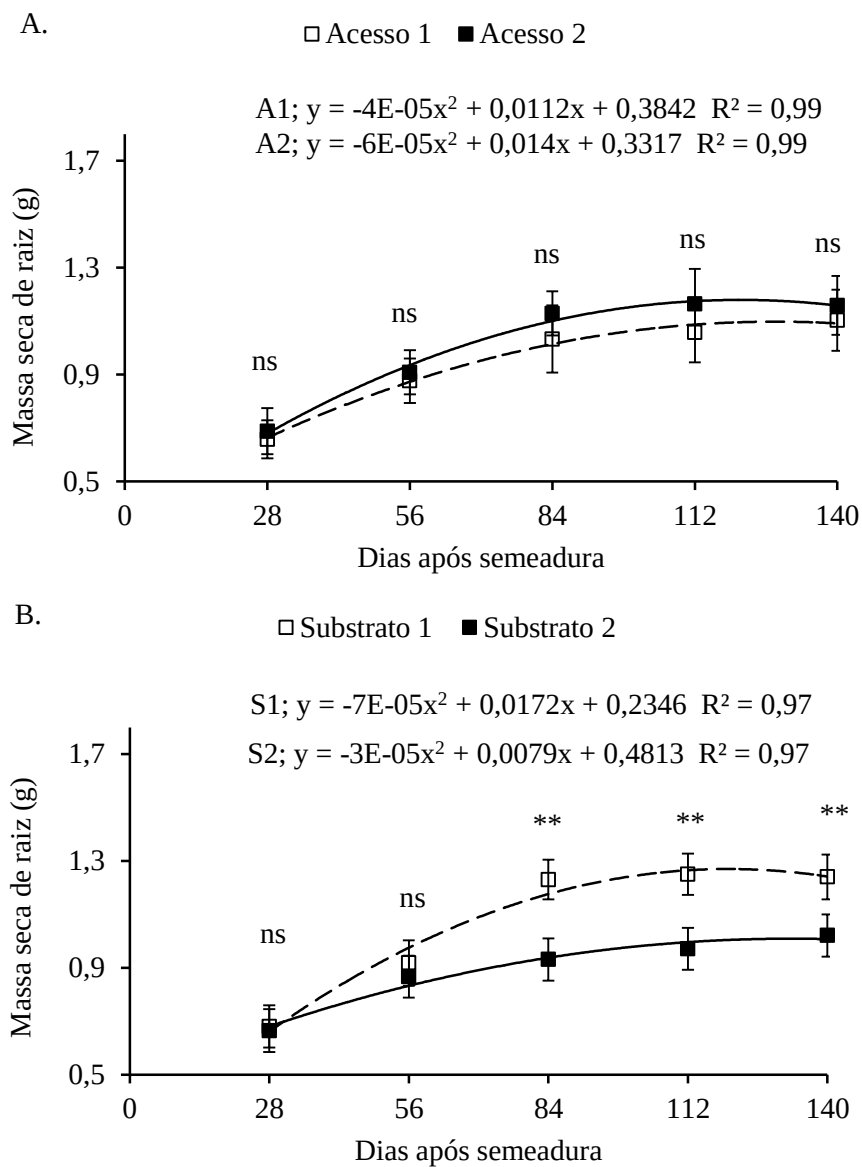


Figura 8 - Massa seca de raiz de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

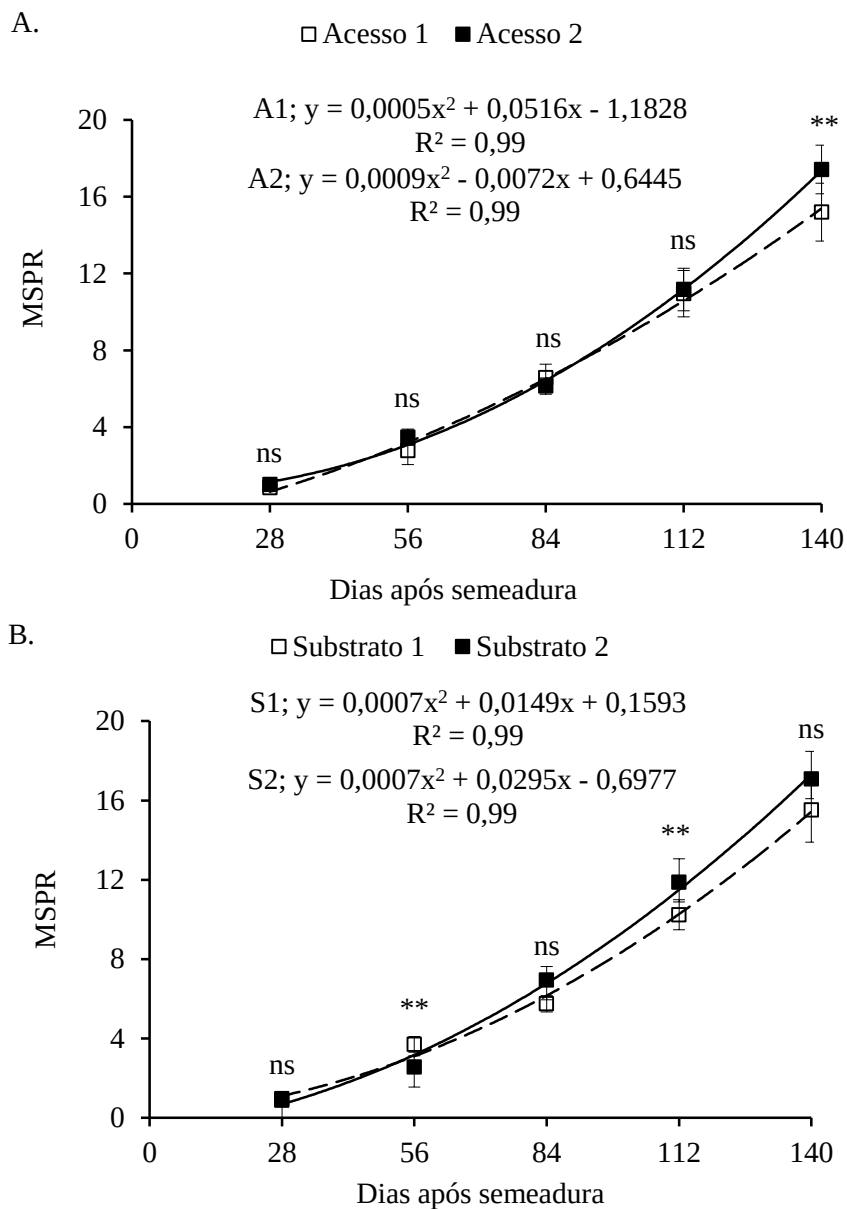


Figura 9 - Relação massa seca da parte aérea e raiz de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Não houve diferença significativa entre Acessos para MSPR aos 28, 56, 84 e 112 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 0,92, 3,12, 6,35 e 11,06, respectivamente. Porém, aos 140 dias após a semeadura, o Acesso 2 foi superior em 15% ao Acesso 1 (FIGURA 9A).

Para MSPR, tanto no Acesso 1 quanto no Acesso 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se valores de 15,84 e 17,28 aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 9A).

Não houve diferença significativa entre os Substratos para MSPR, aos 28, 84 e 140 dias após a semeadura, sendo observados valores médios de 0,92; 6,35 e 16,30 respectivamente. No entanto, aos 56 e 112 dias após semeadura, o Substrato 2 foi superior em 16 e 10%, ao Substrato 1 (FIGURA 9B).

Para MSPR, tanto no Substrato 1 quanto no Substrato 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se valores de 15,97 e 17,15 aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 9B).

É importante destacar esta relação quando as mudas vão para o campo, pois a parte aérea das mudas não deve ser muito superior à raiz, em função de problemas que possam ocorrer em relação à absorção de água para a parte aérea (CALDEIRA et al., 2008).

Não houve diferença significativa entre Acessos para MST aos 28, 56, 84 e 112 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 1,28, 3,65, 7,78 e 13,19 g, respectivamente. Porém, aos 140 dias após semeadura o Acesso 2 foi superior em 20% ao Acesso 1 (FIGURA 10A).

Para MST, tanto no Acesso 1 quanto no Acesso 2 foi observado comportamento linear ao longo do experimento, obtendo-se valores de 16,78 e 19,58 g aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 10A).

Não houve diferença significativa para MST entre os Substratos aos 28, 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura, sendo observados valores médios de 1,28, 3,65, 7,78, 13,19 e 19,33 g, respectivamente (FIGURA 10B).

Para MST, tanto no Substrato 1 como no Substrato 2 foi observado comportamento linear ao longo do experimento, obtendo-se valores de 19,21 e 17,15 g aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 10B).

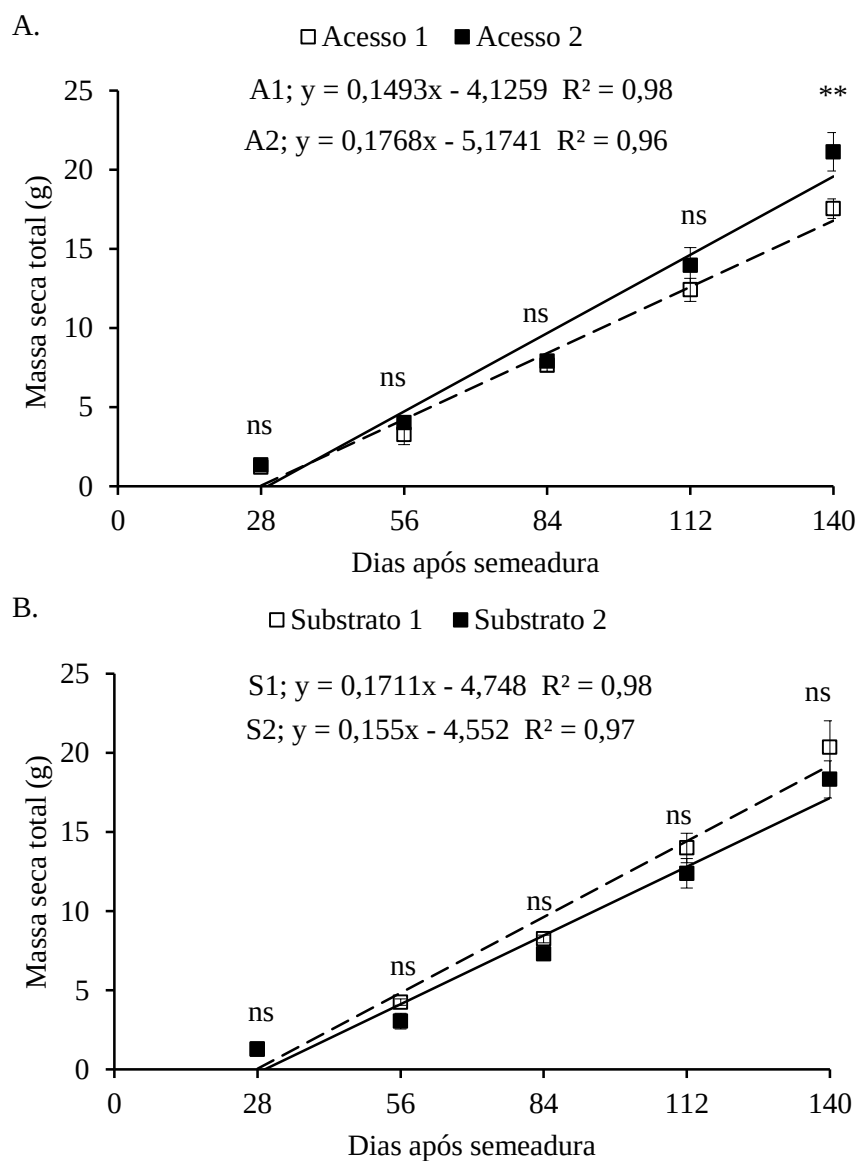


Figura 10 - Massa seca total de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Em trabalho avaliando mudas de *Erythrina velutina* em diferentes substratos, os autores verificaram que os substratos constituídos de areia e

composto orgânico proporcionaram maiores valores de massa seca total (GUIMARÃES et al., 2011).

Para a produção de mudas de espécies arbóreas, alguns substratos proporcionaram efeito satisfatório, quando constituídos de adubo orgânico (SCALON et al., 2011).

Não houve diferença significativa entre os Acessos para RAF aos 56, 84, 112 e 140 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 158,64, 87,26, 58,31 e 49,59 cm² g⁻¹, respectivamente. No entanto, aos 140 dias após a semeadura o Acesso 2 foi superior em 14% ao Acesso 1 (FIGURA 11A).

Em trabalho avaliando mudas de *Caesalpinia pyramidalis*, os autores observaram que mudas desenvolvidas em substrato constituído apenas de solo apresentaram valores de RAF inferiores àquelas em substrato constituído de solo + areia e solo + areia + esterco (DANTAS et al., 2009).

Não houve diferença significativa entre os Acessos para RPF aos 28, 56, 84 e 140 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 2,72, 3,33, 4,18 e 4,40, respectivamente. Porém, aos 56 dias após a semeadura, o Acesso 2 foi superior em 65% ao Acesso 1 (FIGURA 12A).

Para RPF, no Acesso 1 foi observado comportamento linear ao longo do experimento, e no Acesso 2 comportamento polinomial, obtendo-se valores de 4,40 e 3,81 aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 12A).

Não houve diferença significativa entre os Substratos para RPF aos 28, 84 e 140 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 2,72, 3,79 e 4,40, respectivamente, sendo o Substrato 2 superior em 64 e 12% ao Substrato 1 aos 84 e 112 dias após a semeadura (FIGURA 12B).

Para RPF, no Substrato 1 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, e no Substrato 2 comportamento linear, obtendo-se valores de 3,53 e 4,93 aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 1B).

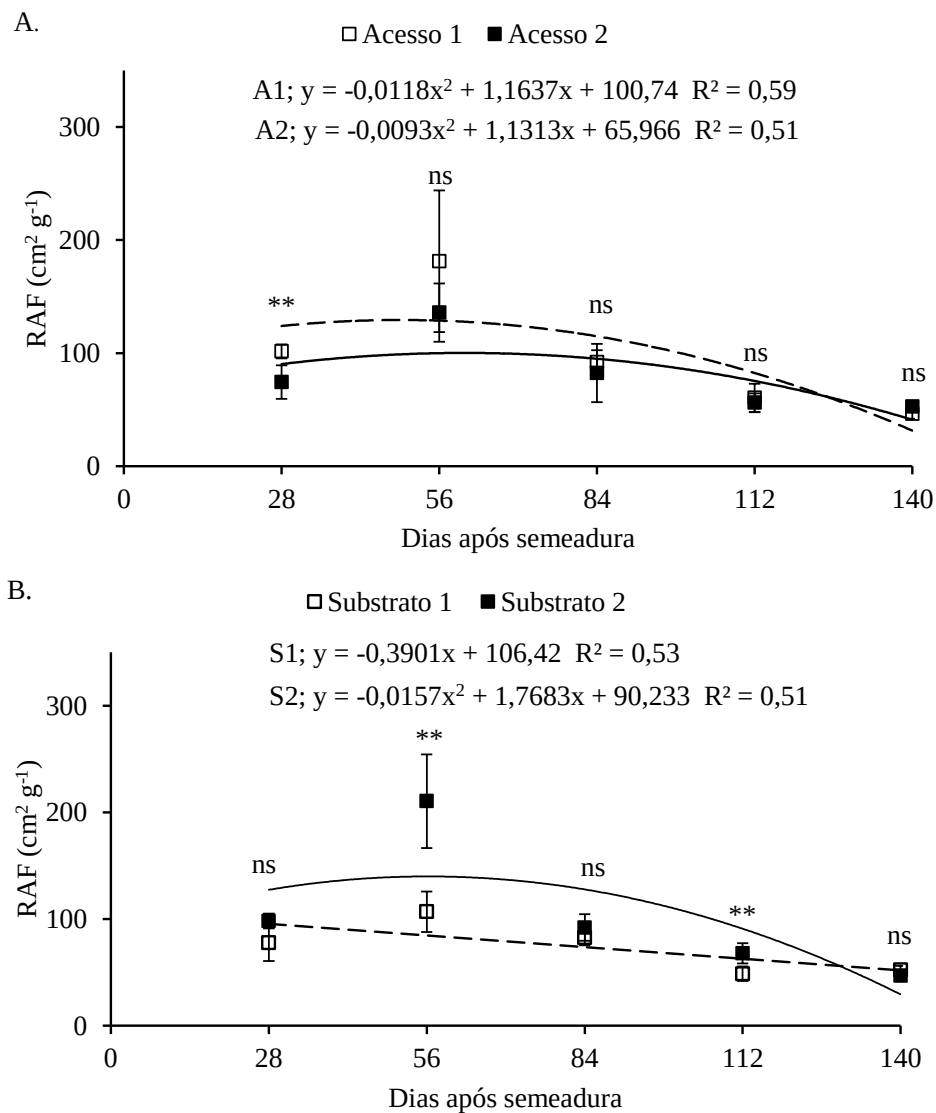


Figura 11 - Razão de área foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

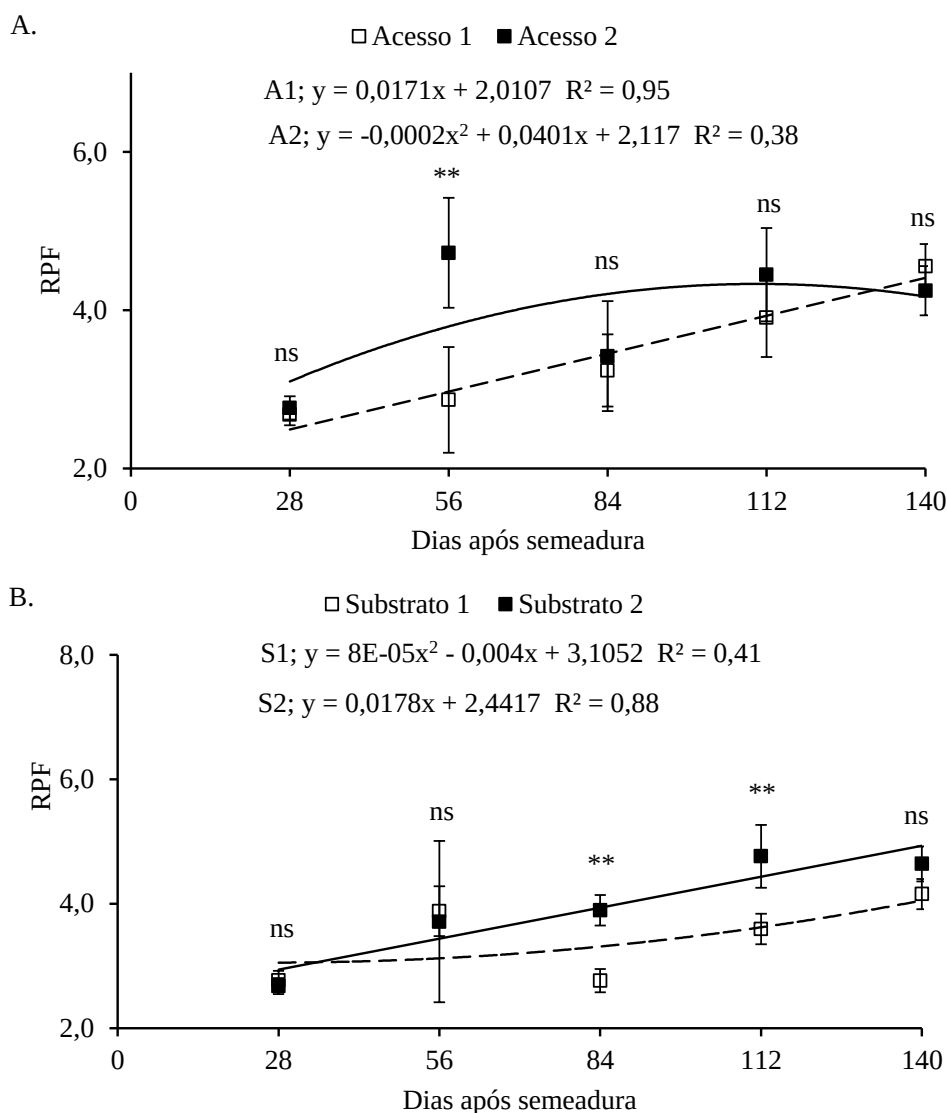


Figura 12 - Razão de peso foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Considerando que as folhas são a fonte (centro de produção de matéria seca) e que os drenos dependem da exportação dos açúcares produzidos nas folhas, a RPF das mudas expressa a fração de matéria seca retida nas folhas e não

exportada para os demais órgãos (BENINCASA, 2003). Pode-se inferir, portanto, que nos substratos orgânicos testados as mudas de *Erythrina velutina* exportaram fotoassimilados de forma semelhante.

Para RPF, em mudas de *Copaifera langsdorffii* avaliadas em substratos constituídos com componentes orgânicos apresentaram maiores valores (DUTRA et al., 2012).

Não houve diferença significativa entre Acessos, para AFE, aos 56, 84, 112 e 140 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 544,96; 291,89; 246,27 e 216,59 cm² g⁻¹ respectivamente, porém, aos 28 dias após a semeadura, o Acesso 1 foi superior em 35% ao Acesso 2 (FIGURA 13A).

Para AFE, tanto no Acesso 1 como no Acesso 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se valores de 170,31 e 349,96 cm² g⁻¹ aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 13A).

Não houve diferença significativa entre Substratos, para AFE, aos 28 e 140 dias após a semeadura, sendo observados valores médios de 237,34 e 216,59 cm² g⁻¹ respectivamente, ao passo que aos 56, 84 e 112 dias após a semeadura houve diferença significativa, sendo o Substrato 2 superior em 66, 56 e 80% ao Substrato 1, respectivamente (FIGURA 13B).

Para AFE, tanto no Substrato 1 como no Substrato 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se valores de 257,55 e 264,82 cm² g⁻¹ aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 13B).

A AFE é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico e a massa, componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição interna (número e tamanho) das células do mesófilo (BENINCASA, 2003).

Valores de AFE das mudas de *Caesalpinia pyramidalis*, foram mais baixas nas que cresceram em substrato sem adição de compostos orgânicos (DANTAS et al., 2009).

Não houve diferença significativa entre os Acessos, para TCA, aos 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura, sendo observados valores médios de 544,96; 0,053; 0,071; 0,103 e 0,114 g dia⁻¹, respectivamente (FIGURA 14A).

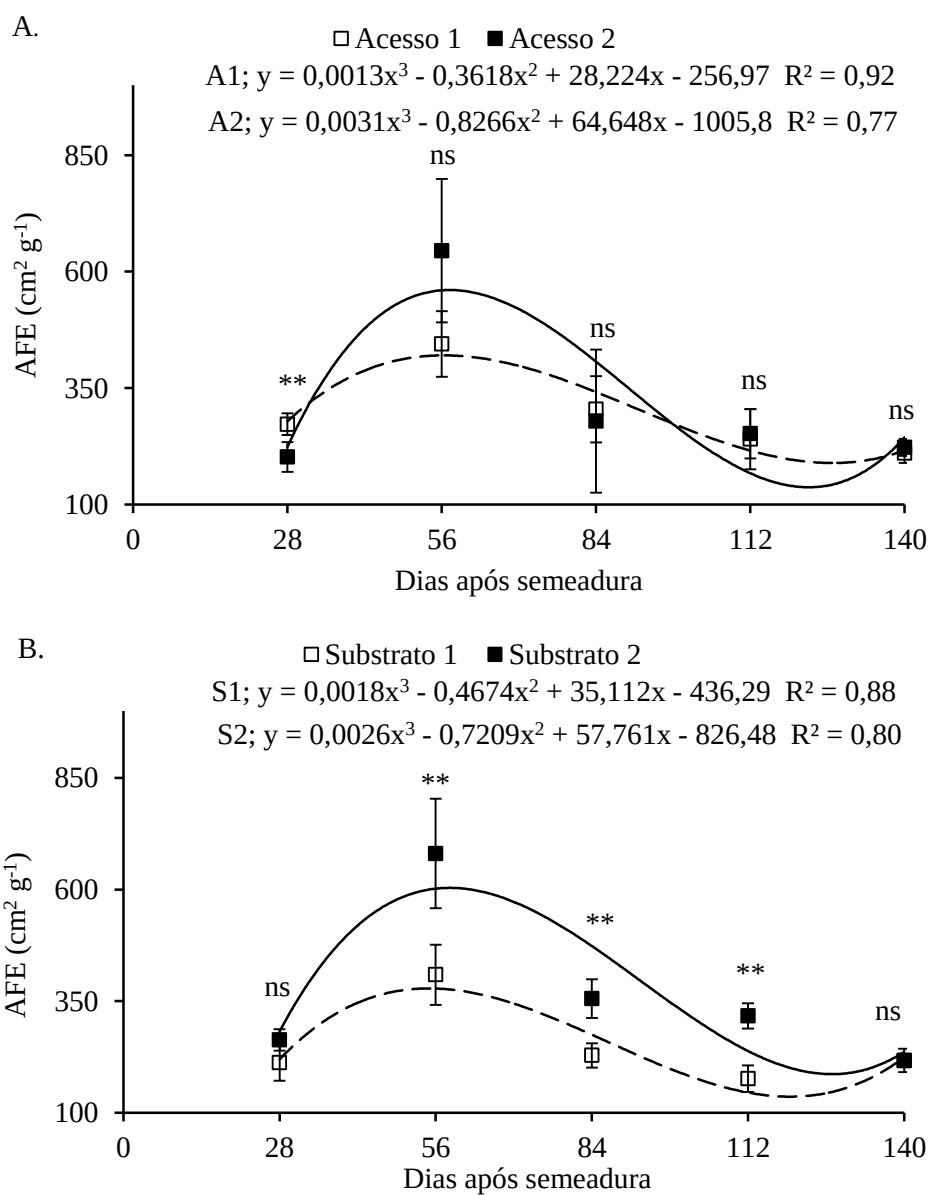


Figura 13 - Área foliar específica de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

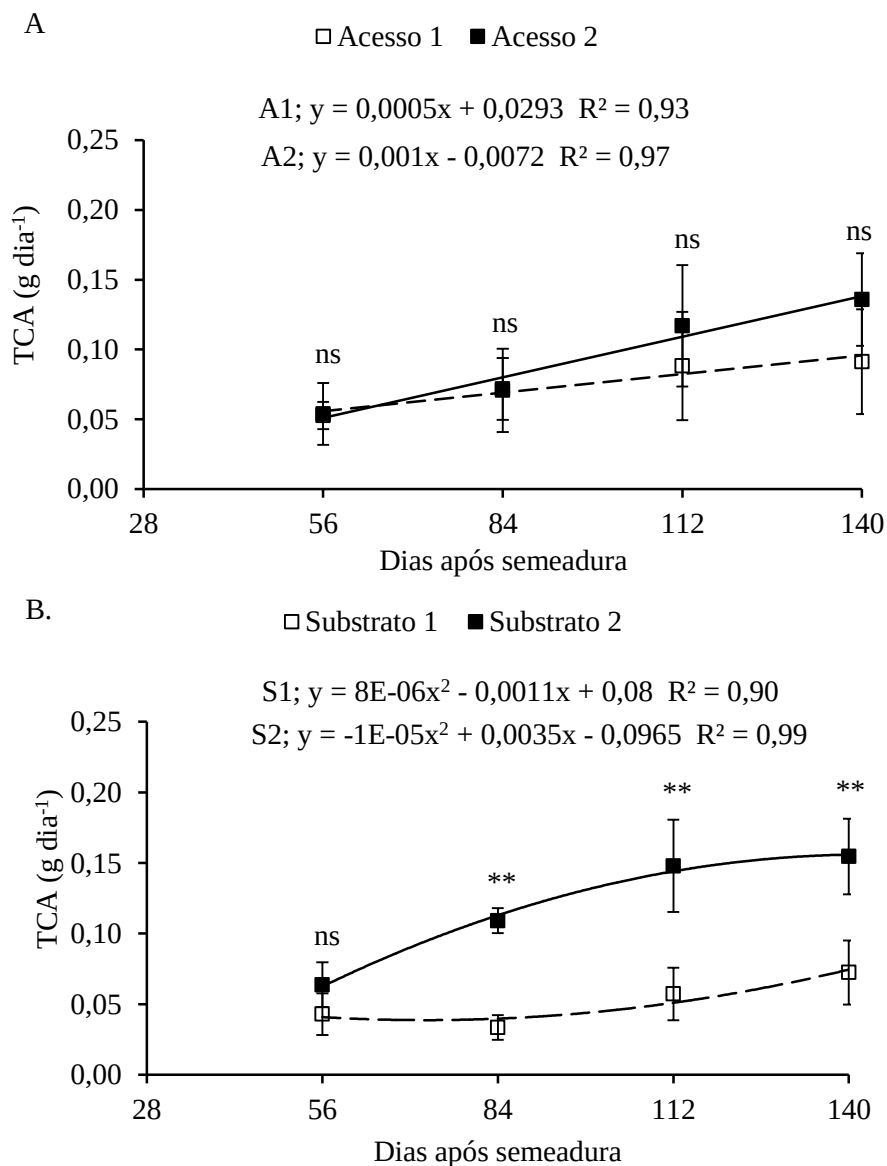


Figura 14 - Taxa de crescimento absoluto de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para TCA, tanto no Acesso 1 como no Acesso 2 foi observado comportamento linear ao longo do experimento, obtendo-se valores de 0,10 e 0,13 g dia⁻¹ aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 14A).

Não houve diferença significativa entre os Substratos, para TCA, aos 56 dias após semeadura, sendo observado valor médio de 0,053 g dia⁻¹ respectivamente, enquanto aos 84, 112 e 140 dias após a semeadura houve diferença significativa, sendo o Substrato 2 superior em 226, 159 e 114% ao Substrato 1, respectivamente (FIGURA 14B).

Para TCA, tanto no Substrato 1 como no Substrato 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se valores de 0,08 e 0,20 g dia⁻¹ aos 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 14B).

A TCA pode ser usada para se ter ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 2003).

Em trabalho avaliando mudas de *Caesalpinia pyramidalis*, os autores observaram valores de TCA maiores em substrato orgânico, constituído de solo + areia + esterco caprino (DANTAS et al., 2009).

Não houve diferença significativa entre os Acessos, para TCR, aos 56, 84, 112 e 140 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 0,022; 0,012; 0,009 e 0,007 g g⁻¹ dia⁻¹ respectivamente (FIGURA 15A).

Para TCR, tanto no Acesso 1 como no Acesso 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se valores de 0,0133 e 0,0140 g g⁻¹ dia⁻¹ aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 15A).

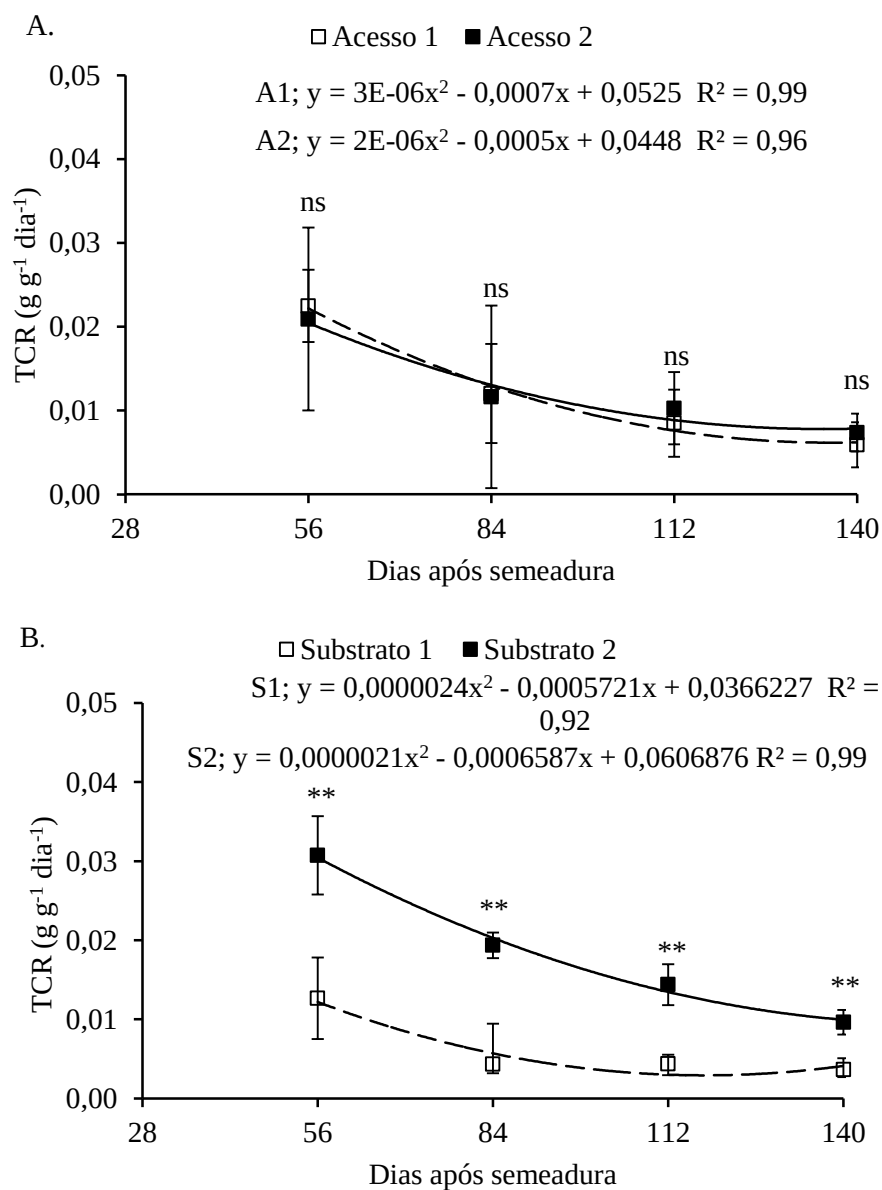


Figura 15 - Taxa de crescimento relativo de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

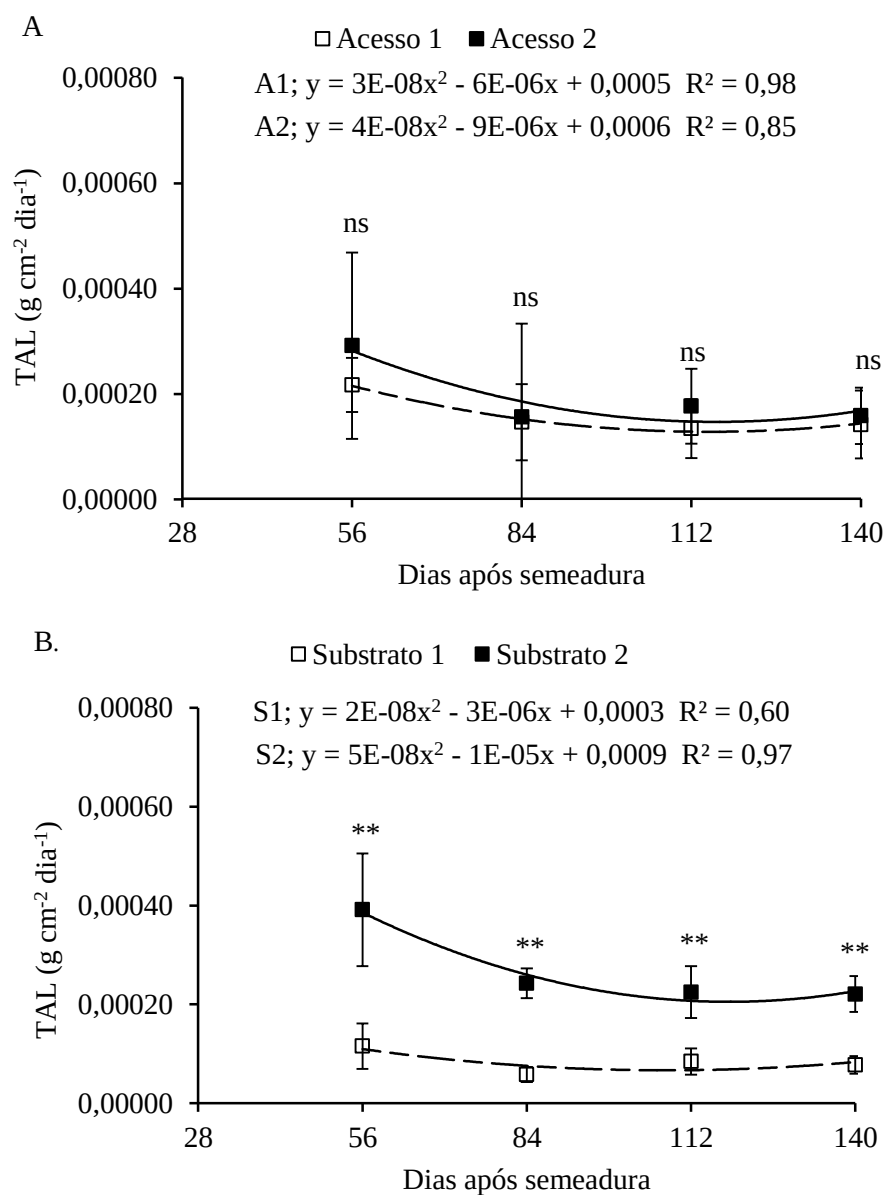


Figura 16 - Taxa assimilatória líquida de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em diferentes substratos (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Não houve diferença significativa entre Acessos, para TAL, aos 56, 84, 112 e 140 dias após semeadura, sendo observados valores médios de 0,00025; 0,00015; 0,00016 e 0,00015 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1} \text{dia}^{-1}$, respectivamente (FIGURA 16A).

Para TAL, tanto no Acesso 1 como no Acesso 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se valores de 0,00025 e 0,00012 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ aos 140 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 16A).

Houve diferença significativa entre os Substratos, para TAL, aos 56, 84, 112 e 140 dias após a semeadura, sendo o Substrato 2 superior em 239; 318; 166 e 185% ao Substrato 1, respectivamente (FIGURA 16B).

Para TAL, tanto no Substrato 1 como no Substrato 2 foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se valores de 0,00027 e 0,00048 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ aos 140 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 16B).

A TAL expressa taxa de fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida por unidade de área foliar. Desta forma, a TAL indica a eficiência das folhas para produção de biomassa (BENINCASA, 2003).

Em trabalho avaliando mudas de *Caesalpinia pyramidalis*, os autores ressaltam que o substrato constituído de solo + areia + esterco possibilitou valores de TAL muito maiores que os demais, diferindo estatisticamente daquelas desenvolvidas nos substratos apenas com solo + areia (DANTAS et al., 2009).

Na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* foi evidenciada a importância da presença de matéria orgânica na constituição dos substratos, na formação de mudas (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011).

3.6. CONCLUSÕES

Pode se concluir que mudas de *Erythrina velutina* apresentam maiores valores de crescimento nos substratos: solo de Mossoró-RN + esterco bovino curtido (4:1) e solo de Angicos-RN + esterco bovino curtido (4:1).

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BARROS, A. H. H.; GONÇALVES, E. P.; OLIVEIRA, L. S. B.; CARDOSO, E. A.; Substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 69-82, 2008.

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; VIEIRA, R.M.; CARDOSO, E. A. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert sob diferentes substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 439-447, 2011.

ARAÚJO, A. P.; PAIVA SOBRINHO, S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (vell.) morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 3, Edição Especial, p. 581-588, 2011.

BARBIERI JÚNIOR, D.; BRAGA, F. L.; ROQUE, C. G.; SOUSA, M. P. Análise de crescimento de *Hymenaea courbaril* sob efeito da inoculação micorrizica e adubação fosfatada. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2007.

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

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município Semi-árido Nordestino**. Mossoró, Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1991. 121p.

CARVALHO, P. E. R. **Mulungu (*Erythrina velutina*)**. Embrapa: Circular técnica 160. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8p.

CORREIA, D.; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; COSTA, A. M. G. **Alternativas de substratos para a formação de porta enxertos de graviroleira (*Annona muricata*) em tubetes**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. (Comunicado Técnico, 67).

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; AMARAL, F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009.

DIAS, M. A.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B.; DIAS, D. C. F. S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 115-121, 2008.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB, Departamento de Engenharia Agrícola, 2000. 22p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; NETO, S. P. M.; MANARA, M. P. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**; In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). Nutrição mineral de plantas. Piracicaba: IPEF, 2005. 427p.

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

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2010.

IDEMA. **Angicos RN**. Disponível em: <<http://www.idema.gov.br.html>>. Acesso em 18 mar. 2014.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2008. 577p.

MATHEUS, M. T.; GUIMARÃES, R. M.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S. Superação da dormência em sementes de duas espécies de *Erythrina*. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 23, n. 3, p. 48-53, 2010.

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidade**. 1ª Ed. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009. 340p.

MONIZ-BRITO, K. L.; AYALA-OSUÑA, J. T. Influência de diferentes substratos na germinação de sementes de *Ziziphus joazeiro* Mart., *Rhamnaceae* *Sitientibus*. **Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 5, n. 2, p. 63-67, 2005.

OLIVEIRA, M. S. G.; AQUINO, A. B.; SILVA, D. L.; AQUINO, P. G. V.; SANTOS, M. S.; PORFÍRIO, A. P. R.; SANT'ANA, A. E. G.; SANTOS, B. V. O.; ALEXANDRE-MOREIRA, M. S.; ARAÚJO-JÚNIOR, J. X. Antinociceptive and anti-inflammatory activity of hydroalcoholic extracts and fractions from *Erythrina mulungu*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 22, n. 1, p. 157-161, 2012.

ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 5, n. 1, p. 27-46, 2012.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SCALON, S. P. Q.; TEODÓSIO, C. T. K.; NOVELINO, J. O.; KISSMANN, C.; MOTA, L. H. S. Germinação e crescimento de *Caesalpinia férrea* Mart. Extul. em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 3, Edição Especial, p. 633-639, 2011.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

WALKER, C.; ARAÚJO, M. M.; MACIEL, C. G.; MARCUZZO, S. B. Viveiro florestal: evolução tecnológica e legalização. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 5, Edição Especial, p. 08-14, 2011.

4. CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Erythrina velutina* EM SUBSTRATOS ORGANO-MINERAIS

4.1 RESUMO

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa do Nordeste Brasileiro empregada no paisagismo, na regeneração de áreas degradadas e na medicina popular. Objetivou-se com este trabalho obter informações sobre o crescimento de mudas de *Erythrina velutina* em substratos organo-minerais. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo, com 10 repetições, sendo a unidade experimental representada por 20 mudas. O primeiro fator foi constituído por cinco Substratos (S1 - arisco; S2 - arisco + esterco bovino (20%); S3- arisco + superfosfato simples (300 g m^{-3}); S4 - arisco + superfosfato simples + micronutrientes (300 g m^{-3} , 50 g m^{-3}); S5 - arisco + superfosfato simples + micronutrientes + esterco bovino (300 g m^{-3} , 50 g m^{-3})) e o segundo fator constituído de dois Acessos. Ao longo do experimento, foram realizadas coletas para avaliação de crescimento (14, 28, 42, 56 e 70 dias após semeadura). Em cada coleta, as mudas foram analisadas quanto: comprimento da parte aérea, número de folhas, diâmetro de coleto, área foliar, massa da matéria seca (caule, folhas, raiz, parte aérea, relação da parte aérea e raiz, e total), razão de área foliar, razão de peso foliar, área foliar específica, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida. Os resultados obtidos demonstram que houve diferença significativa entre os substratos, principalmente nas avaliações mais tardias. Pode-se concluir que o Acesso 2 de *Erythrina velutina* teve crescimento rápido e uniforme em todas as avaliações realizadas. Para produção de mudas de *Erythrina velutina* é importante o uso de substratos organo-minerais.

Palavras-chave: Crescimento. Fitomassa. Ecofisiologia. Revegetação.

4.2 ABSTRACT

Erythrina velutina is a native tree species from the Brazilian northeast, used in landscaping, in regeneration of degraded areas and traditional medicine. The objective of this work was to obtain information on *Erythrina velutina* seedlings growth in organic-minerals substrates. The experiment was conducted in a completely randomized block, with parts subdivided in time, with 10 repetitions, being the experimental unit represented by 20 seedlings. The first factor was composed of five substrates (S1 - sand; S2 - sand + cattle manure (20%); S3 - sand + superphosphate (300 g m^{-3}); S4 - sand + superphosphate + micronutrients (300 g m^{-3} , 50 g m^{-3}); S5 - sand + superphosphate + micronutrients + cattle manure (300 g m^{-3} , 50 g m^{-3}) and the second factor consisted of two accessions. During the experiment, collections of plants for evaluation of growth were realized (14, 28, 42, 56 and 70 days after sowing). At each sampling date, the following characteristics were analyzed: shoot length, leaf number, basal diameter, leaf area, dry matter (aerial part, branches, leaves, roots, shoots, shoot to root dry weight ratio), leaf area ratio, leaf weight ratio, specific leaf area, absolute growth rate, relative growth rate and net assimilation rate. Results showed a significant difference between the substrates, especially in the later evaluations. It is possible to conclude that access 2 of *Erythrina velutina* had rapid and uniform growth in all evaluations. For the growth of seedlings of *Erythrina velutina*, the use of organic-minerals substrates is important.

Keywords: Growth. Biomass. Ecophysiology. Revegetação.

4.3 INTRODUÇÃO

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa do Nordeste Brasileiro, podendo ser encontrada em diferentes regiões do país, desde o Estado do Ceará até o de São Paulo, sendo comum em várzeas úmidas e margens de rios, recebe diversos nomes vulgares, de acordo com cada região, como bucaré, mulungu, mulungu-da-flor-vermelha e mulungu-da-flor-amarela (Ceará); muchôco e mulungá (Minas Gerais); mulungu (Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe e São Paulo) (CARVALHO, 2008).

É empregada no paisagismo, sendo indicada para plantio em margens de corpos d'água, ruas, praças, avenidas, parques e jardins; utilizada na medicina popular devido a propriedades sudorífica, calmante, emoliente, anestésica, relaxante, anti-insônia e anti-inflamatória; sua madeira é útil na confecção de jangadas, brinquedos, tamancos, palitos de fósforo, mourões, estacas e caixotaria (LORENZI; MATOS, 2008; MATOS; QUEIROZ, 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

O mulungu se destaca como tolerante à competição, pela rusticidade, resistência à seca e capacidade de fixar nitrogênio, características pertinentes a uma espécie própria para ser utilizada na recuperação de áreas degradadas (HOLANDA et al., 2010; SANTOS et al., 2012).

Frente à carência de informações sobre o manejo e a análise de espécies florestais, tornam-se importantes os trabalhos que colaborem para recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem (TEIXEIRA et al., 2013). Dentre estas, a *Erythrina velutina* destaca-se como promissora para uso em recuperação em áreas degradadas (SANTOS et al., 2012).

Para que as espécies arbóreas da flora brasileira possam ser utilizadas para arborização, recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais e reflorestamento são imprescindíveis os estudos de produção de mudas, haja vista a demanda crescente devido à necessidade de mitigações em programas de gestão

ambiental utilizando-se a regeneração artificial, com uso de plantio de mudas e/ou semeadura direta.

Para tanto, a análise de crescimento pode ser utilizada como ferramenta que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, sendo o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e mensurar a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (BENINCASA, 2003), proporcionando parâmetros indicadores de qualidade de mudas para serem utilizadas com sucesso em projetos de reflorestamento.

Um bom substrato para produção de mudas de espécies arbóreas deve ter boa capacidade de retenção de água, porosidade, teor nutricional, e capacidade de troca de cátions, além de baixo custo e disponibilidade nas proximidades da região de consumo, pois na maioria das vezes o produtor de mudas precisa obter insumos onerosos, elevando muito o custo de produção, principalmente para o pequeno produtor.

Verifica-se que os materiais orgânicos proporcionam maior desempenho na produção de mudas de *Cedrela odorata*, *Schinus terebinthifolius*, *Acacia holosericea* em substratos com esterco bovino e de galinha (SOUZA et al., 2006), e *Tabebuia chrysotricha* com esterco bovino (OLIVEIRA et al., 2009).

No entanto, outros autores não recomendam o uso apenas de material orgânico, mas recomendam reformular o substrato com adubo químico (SEVERINO, LIMA, BELTRÃO, 2006), como exemplo, mudas de *Tabebuia chrysotricha* produzidas com substrato de fibra de coco granulada e adubação mineral (SARZI, VILLAS BÔA; SILVA, 2008).

Vários resultados sobre substratos que proporcionam maior qualidade das mudas são encontrados em diferentes espécies, dentre os quais: areia + vermiculita, para *Erythrina velutina* (ALVES et al., 2008), vermiculita + casca de arroz carbonizada *Copaífera langsdorffii* (DUTRA et al., 2012), terra + areia + adubo para *Caesalpinia ferrea* (SCALON et al., 2011), 60% de serragem para *Ilex paraquariensis* (WENDLING; GUASTALA; DEDECEK, 2007), e composto vegetal para *Cedrela odorata* (ROWEDWER et al., 2012).

Pode ser verificado que os resultados a respeito do uso de substratos são inúmeros e variados na produção de mudas de espécies arbóreas, assim como é vasto o número de materiais empregados, enfatizando ainda mais a necessidade de estudos sobre o efeito de substratos no crescimento de mudas das espécies arbóreas de interesse.

Portanto, considerando-se a importância da espécie em estudo, e tendo necessidade de conhecer mais substratos para sua produção, o objetivo deste trabalho foi obter informações sobre o crescimento de mudas de *Erythrina velutina* produzidas em substratos organo-minerais.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro de Produção de Mudas do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró-RN. O município situa-se a 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste e altitude de 18 m. Segundo Thornthwaite, o clima local é DdAa', ou seja, semi-árido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso d'água durante o ano, e de acordo com Köppen é BSwb', seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO; ESPÍNOLA SOBRINHO; MAIA NETO, 1991).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo, com 10 repetições, sendo a unidade experimental representada por 20 plantas. O primeiro fator foi constituído por cinco substratos (S1 - arisco; S2 - arisco + esterco bovino curtido (20%); S3 - arisco + superfosfato simples (300 g m⁻³); S4 - arisco + superfosfato simples + micronutrientes (300 g m⁻³, 50 g m⁻³); S5 - arisco + superfosfato simples + micronutrientes + esterco bovino curtido (300 g m⁻³, 50 g m⁻³)) e o segundo fator constituído de dois Acessos, ou seja, sementes obtidas de duas árvores de *Erythrina*

velutina no campus da Ufersa, sendo uma próxima ao Ginásio Poliesportivo e outra na área do Antigo Zoobotânico.

As sementes foram coletadas e levadas ao laboratório para realização do beneficiamento manual. Neste trabalho realizou-se a semeadura direta, para tanto, foi realizada a superação da dormência pelo método de escarificação mecânica, lixando-as na extremidade da semente próxima à região da emissão da radícula. As sementes foram postas na profundidade de 2 cm a 3 cm, colocando as sementes com o hilo para baixo (MATHEUS et al., 2010). Antes da semeadura retirou-se amostra de cada substrato para caracterização química (TABELA 1).

Tabela 1 - Dados da análise química dos substratos utilizados no estudo de emergência e desenvolvimento de mudas antes da semeadura.

Elementos	Unidade	Substratos				
		S1	S2	S3	S4	S5
pH	em água	7,05	7,65	7,95	7,33	7,50
CE		0,08	0,59	0,32	0,09	0,08
N	%	3,30	3,80	3,60	3,50	3,00
P	mg/dm ³	0,23	0,21	0,18	0,19	0,18
K	mg/dm ³	4,10	6,70	3,60	4,60	4,90
NA	mg/dm ³	0,31	0,54	0,55	0,28	0,38
CA	cmolc/dm ³	9,60	9,01	6,80	2,89	3,20
Ca+Mg	cmolc/dm ³	13,26	12,23	8,58	5,56	4,67
Al	cmolc/dm ³	0,10	0,05	0,05	0,10	0,10
Fe	mg/kg	0,47	0,97	0,95	0,56	0,57
Zn	mg/kg	0,31	0,54	0,55	0,28	0,38
Cu	mg/kg	0,51	0,38	0,64	0,54	0,49
Mn	mg/kg	0,31	0,54	0,55	0,28	0,38
MO	g/kg	7,10	11,00	13,00	16,40	16,00

S1 - arisco; S2 - arisco + esterco bovino curtido (20%); S3 - arisco + superfosfato simples (300 g m⁻³); S4 - arisco + superfosfato simples + micronutrientes (300 g m⁻³, 50 g m⁻³); S5 - arisco + superfosfato simples + micronutrientes + esterco bovino curtido (300 g m⁻³, 50 g m⁻³).

A condução do experimento foi em casa de vegetação em telado de 50% de sombreamento, onde foi instalado o sistema de irrigação utilizando microaspersores, através dos quais se realizaram duas irrigações diárias (manhã e final da tarde).

Ao longo do experimento, foram realizadas cinco coletas de plantas para avaliação de crescimento (14, 28, 42, 56 e 70 dias após semeadura). O intervalo para coleta de dados foi definido de acordo com a morfologia própria da espécie, que apresenta emergência e crescimento rápidos. A primeira coleta foi realizada no dia 16 de Fevereiro de 2011. Em cada coleta, as mudas foram retiradas dos sacos plásticos e analisadas quanto às seguintes características: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC), área foliar (AF), massa da matéria seca do caule (MSC), folhas (MSF), raiz (MSR), parte aérea (MSPA), relação massa da matéria seca da parte aérea e massa da matéria seca de raiz (MSPR), massa da matéria seca total (MST), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), e taxa assimilatória líquida (TAL), de acordo com Benincasa (2003):

Para mensuração do comprimento da parte aérea, considerada do coleto até o ápice, foi utilizada régua graduada com precisão de 0,1 cm; para o diâmetro do coleto, foi usado um paquímetro digital com precisão 0,01 mm. A área foliar foi determinada utilizando o método dos discos foliares (FERNANDES, 2000).

Para determinação da massa da matéria seca, as mudas foram fracionadas em folhas, caules e raízes, lavadas, acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65° C, até atingir em massa constante, obtendo o acúmulo de massa seca através de pesagens sucessivas da matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de intervalo de confiança, ao nível de 5% de probabilidade, que foram usadas para criar as barras de erros para a série de gráficos, além da análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste *Tukey* a 5% de probabilidade com uso do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectado efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade entre tratamentos Substratos para CPA, NF, DC e AF. Entre os Acessos, a análise de variância detectou diferença ao nível de 1% de probabilidade para CPA, NF, DC e AF. Foi detectado efeito significativo para interação entre tratamentos Substratos x Acessos, para CPA, NF, DC e AF. Para todas essas variáveis, os maiores valores foram obtidos nas mudas do Acesso 2 e Substrato 5 (S1+P+MN+MO), principalmente para CPA, com 6,07 e 19,52% e AF, com 16,52 e 11,71% superiores, respectivamente (TABELA 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância, e os valores de F, e valores médios para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC) e área foliar (AF) de *Erythrina velutina* semeadas em substratos organo-minerais, Mossoró, UFERSA, 2014.

	CPA (cm)	NF	DC (mm)	AF (cm ²)
Valores de F				
Substratos	17,27**	24,01**	5,47**	67,97**
Acessos	248,50**	69,95**	52,98**	147,88**
S x A	18,21**	7,98**	3,26**	32,74**
CV (%)	12,61	10,83	11,63	9,35
Valores médios				
Tratamentos				
S1	31,55 b	8,08 d	9,72 bc	532,25 b
S2	31,39 b	8,12 cd	10,17 ab	518,78 b
S3	28,87 c	8,44 bc	9,66 c	525,94 b
S4	30,99 b	8,66 b	9,81 abc	530,42 b
S5	33,46 a	9,18 a	10,26 a	620,20 a
Acesso 1	28,47 b	8,15 b	9,55 b	515,34 b
Acesso 2	34,03 a	8,84 a	10,30 a	575,70 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Houve diferença ao nível de 1% de probabilidade entre Substratos para MSC, MSF, MSPA, MSR, MST, MSPR. E entre Acessos a análise de variância detectou diferença ao nível de 1% de probabilidade para MSC, MSF, MSPA, MSR e MST, com exceção para MSPR. Foi detectado efeito significativo para interação entre os tratamentos Substratos x Acessos, para MSC, MSF, MSPA, MSR e MST, com exceção para MSPR. Para todas essas variáveis, os maiores valores foram obtidos nas mudas do Acesso 2 e Substrato 5 (S1+P+MN+MO), para MSF, com 20,95 e 30,41%, MSPA, com 18,96 e 24,49%, e MST, com 16,48 e 24,56% superiores, respectivamente (TABELA 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de *Erythrina velutina* semeadas em substratos organo-minerais, Mossoró, UFERSA, 2014.

	MSC	MSF	MSPA	MSR	MST	MSPR
	(g)					
	Valores de F					
Substratos	59,1**	15,3**	45,6**	8,9**	38,9**	17,3**
Acessos	623,8**	184,0**	527,3**	185,6**	593,9**	0,6 ^{ns}
S x A	32,4**	7,9**	24,2**	6,9**	26,4**	0,5 ^{ns}
CV (%)	10,8	15,6	10,7	18,3	10,1	21,1
Tratamentos	Valores médios					
S1	2,39 c	1,92 c	4,30 c	0,71 b	5,01 c	5,94 b
S2	2,73 b	2,02 bc	4,75 b	0,77 a	5,52 b	5,87 b
S3	2,74 b	1,98 bc	4,72 b	0,68 b	5,40 b	6,74 a
S4	2,82 b	2,06 b	4,88 b	0,67 b	5,55 b	6,96 a
S5	3,01 a	2,25 a	5,26 a	0,72 b	5,98 a	7,07 a
Acesso 1	2,41 b	1,85 b	4,26 b	0,63 b	4,89 b	6,56 a
Acesso 2	3,07 a	2,24 a	5,31 a	0,79 a	6,10 a	6,47 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Foi observada diferença ao nível de 1% de probabilidade entre Substratos para RAF, AFE, TCA, TCR, e TAL, com exceção para RPF. Entre tratamentos de Acessos a análise de variância detectou diferença ao nível de 1% de probabilidade,

para RAF, RPF, AFE, TCA, e TAL, com exceção para TCR. Foi detectado efeito significativo para interação entre Substratos e Acessos, para RAF, AFE, TCA, TCR, e TAL, com exceção para RPF e TCR. Para todas essas variáveis, os maiores valores foram obtidos nas mudas do Acesso 2 e Substrato 5 (S1+P+MN+MO), para TCA, com 37,32 e 25,57%, e TAL com 9,67 e 15,91%, superiores, respectivamente (TABELA 4).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de *Erythrina velutina* semeadas em Substratos organo-minerais, Mossoró, UFERSA, 2014.

	RAF (cm ² g ⁻¹)	AFE	RPF	TCA (g dia ⁻¹)	TCR (g g dia ⁻¹)	TAL (g cm ² dia ⁻¹)
Valores de F						
Substratos	9,37**	8,75**	0,42 ^{ns}	22,24**	6,01**	6,46**
Acessos	44,14**	53,79**	16,55**	60,08**	1,40 ^{ns}	18,29**
S x A	26,86**	21,05**	0,56 ^{ns}	6,27**	0,99 ^{ns}	7,78**
CV (%)	15,50	17,42	8,00	33,61	39,31	40,72
Tratamentos	Valores médios					
S1	247,36 ab	1,89 a	1,89 a	0,09 c	0,020 b	0,00018 b
S2	237,01 bc	1,87 a	1,87 a	0,12 a	0,025 a	0,00024 a
S3	228,81c	1,88 a	1,88 a	0,11 b	0,022 ab	0,00021 ab
S4	237,83 bc	1,88 a	1,88 a	0,12 a	0,025 a	0,00023 a
S5	261,51 a	1,89 a	1,89 a	0,13 a	0,025 a	0,00021 ab
Acesso 1	256,36 a	1,91 a	1,91 a	0,10 b	0,023 a	0,00020 b
Acesso 2	228,65 b	1,85 b	1,85 b	0,12 a	0,024 a	0,00023 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Nas figuras de 1 a 16 são observados os valores das variáveis analisadas: CPA, NF, DC, AF, MSC, MSF, MSPA, MSR, MST, MSPR, RAF, RPF, AFE, TCA, TCR, e TAL, de *Erythrina velutina* em cinco substratos organo-minerais, em função do tempo.

Houve diferença significativa, entre Acessos, para CPA, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 10,07; 17,80; 33,87 e 24,63% aos 28, 42, 56 e 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 1A).

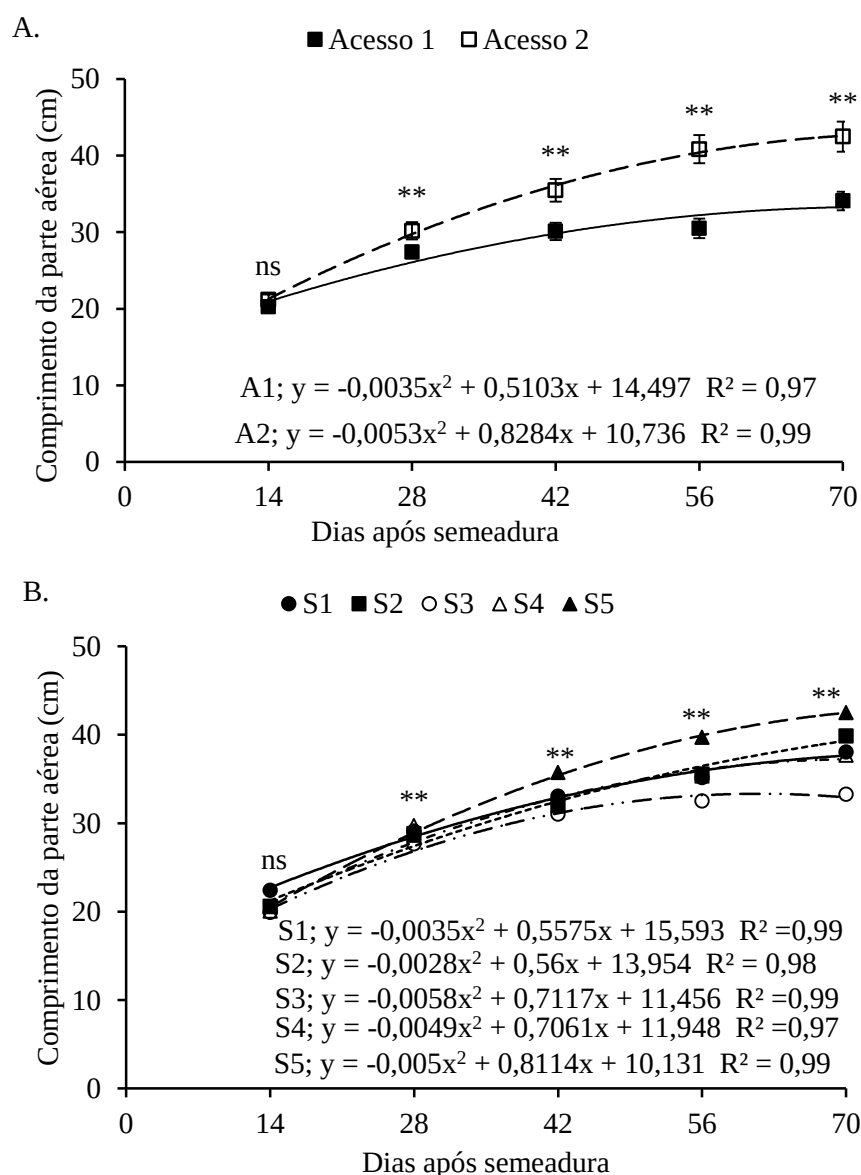


Figura 1 - Comprimento da parte aérea de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os

intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para CPA, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, para ambos os Acessos, obtendo-se 33,07 e 42,75 cm, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 1A).

Houve diferença significativa entre os Substratos para CPA, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 8,17; 13,09 e 11,82%, aos 42, 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 1B).

Para CPA, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, para ambos os Substratos, obtendo-se 37,47; 39,43; 32,86; 37,37 e 42,43 cm, aos 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 1B).

Ao serem avaliadas quanto ao desenvolvimento, mudas de *Acacia* sp em diferentes substratos apresentaram maior CPA quando cultivadas no substrato com adição de esterco bovino, o que adicionou quantidades relevantes de nutrientes (CUNHA et al., 2006).

As espécies florestais apresentam em geral uma grande variação na capacidade de crescimento em relação ao CPA, no que se refere ao substrato, apresentando características de fácil adaptabilidade (ROWEDER et al., 2012).

Dentre os parâmetros morfológicos de mudas, o CPA é um atributo muito importante para estimar a qualidade de mudas (GOMES et al., 2002), considera-se os valores entre 20 cm e 35 cm, como um padrão de boa qualidade de muda (GONÇALVES et al., 2000).

Houve diferença significativa entre Acessos para NF, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 9,66; 9,39 e 14,45% aos 42, 56 e 70 dias após a semeadura, respectivamente. No entanto, para demais avaliações não houve diferença, com valores médios de 6 e 8 folhas, aos 14 e 28 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 2A).

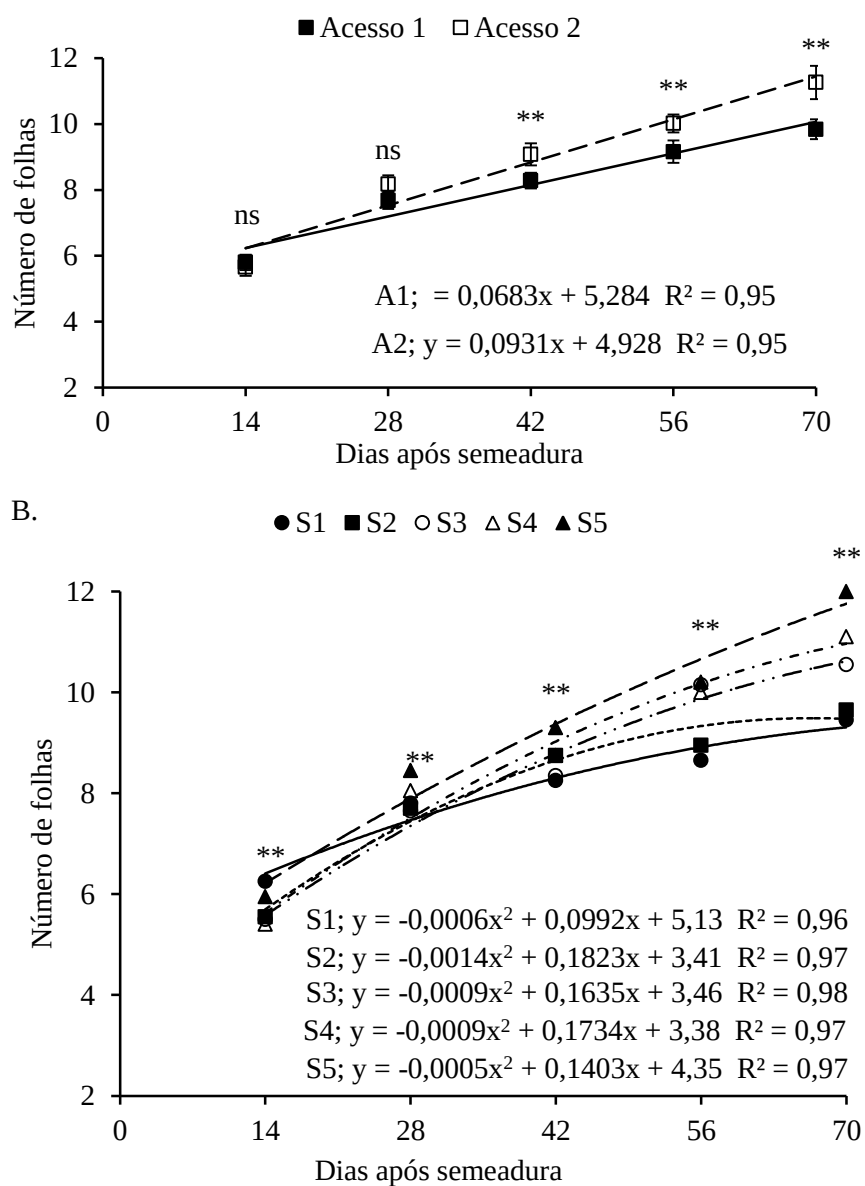


Figura 2 - Número de folhas de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para NF, foi observado comportamento linear ao longo do experimento, no Acesso 1 e no Acesso 2, obtendo-se a média de 11 folhas, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 2A).

Houve diferença significativa entre Substratos para NF, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 8,33; 12,73; 17,92 e 26,98% aos 28, 42, 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 2B).

Nos substratos, para NF foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se nos Substratos 1 a 5 os valores estimados 9; 9; 11; 11 e 12 folhas, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 2B).

Os valores de NF de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* foram influenciados positivamente com os substratos composto com matéria orgânica, porém quando utilizado apenas o solo não houve efeito positivo (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011).

Houve diferença significativa entre os Acessos para DC, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 10,26 e 15,12% aos 56 e 70 dias após a semeadura, respectivamente. No entanto, nas demais avaliações não houve diferença, com valores médios 7,13; 8,85 e 10,09 mm, aos 14, 28 e 42 dias após a semeadura (FIGURA 3A).

Para DC, foi observado comportamento linear ao longo do experimento, para os Acessos, obtendo-se 11,69 e 13,21 mm, aos 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 3A).

Na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* os autores notaram que a presença de matéria orgânica nos substratos evidencia sua importância para a formação das mudas, uma vez que, quando formadas em substrato que continha um elevado teor de matéria orgânica, apresentaram maior diâmetro do caule (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011).

Gonçalves et al. (2000) consideram que uma muda de boa qualidade apresenta diâmetro de coleto entre 5 mm e 10 mm, também pode ser considerado um bom indicativo de qualidade e tem forte correlação com a porcentagem de sobrevivência de mudas.

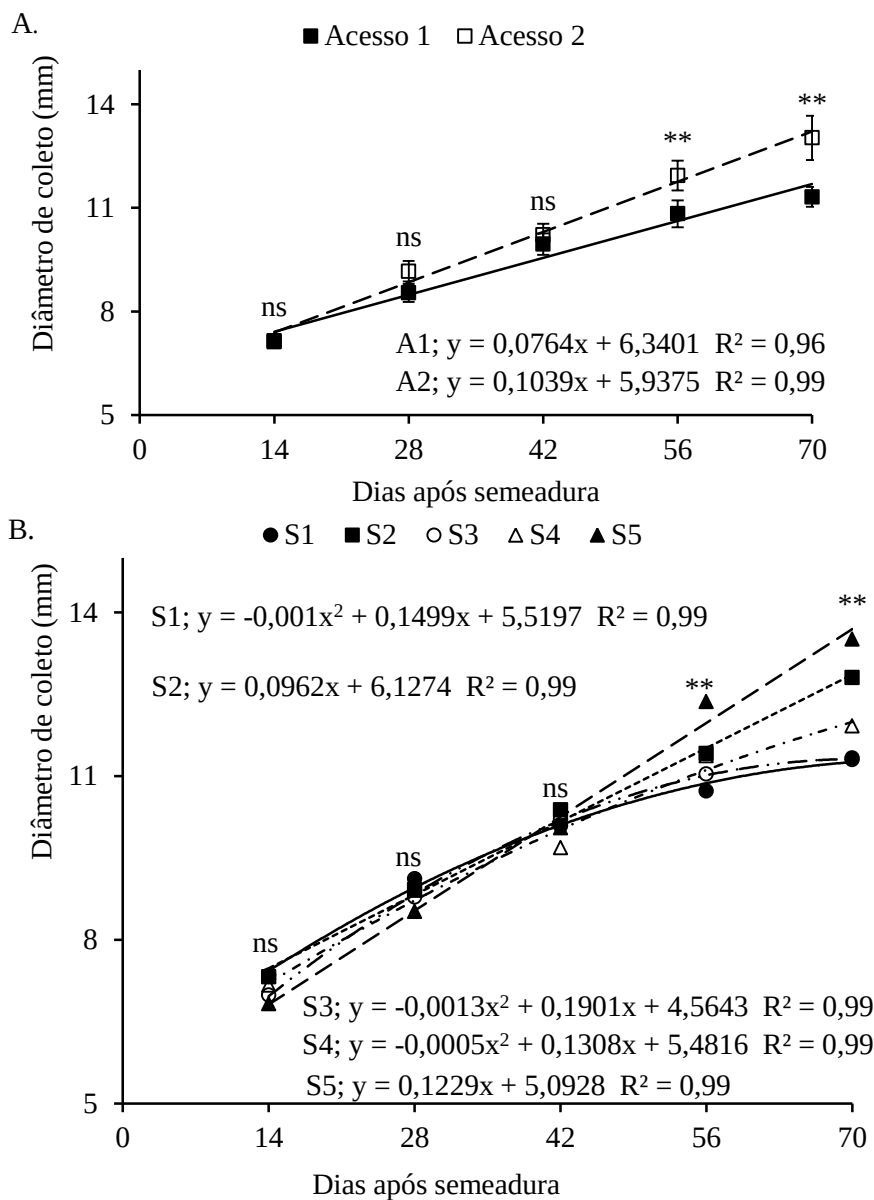


Figura 3 - Diâmetro de coleto de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

O DC é um item fundamental para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais. Dentro de uma mesma espécie, as mudas com maior DC apresentam maior sobrevivência, por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes (SOUZA et al., 2006).

Houve diferença significativa entre os Acessos para AF, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 17,34; 9,15; 11,38 e 10,37% aos 28, 42, 56 e 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 4A).

Para AF, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, para ambos os Acessos, obtendo-se 767,57 e 846,67 cm², aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 4A).

Houve diferença significativa entre os Substratos, para AF, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 12,00; 24,42; 22,24 e 12,39%, aos 28, 42, 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 4B).

Para AF, foi observado comportamento polinomial, ao longo do experimento, em todos os Substratos, obtendo-se 816,49; 737,29; 830,04; 814,24 e 911,80 cm², aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 4B).

Em trabalho avaliando mudas de *Erythrina velutina*, em diferentes substratos, os autores verificaram que os substratos constituídos de areia e composto orgânico proporcionaram maiores valores de área foliar (GUIMARÃES et al., 2011).

Dutra et al. (2012) concluíram que para produção de mudas de *Copaifera langsdorffii*, independentemente do substrato orgânico utilizado, todos possibilitaram resposta positiva das mudas.

Houve diferença significativa entre Acessos para MSC, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 37,20; 21,65; 15,71 e 14,63% aos 28, 42, 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 5A).

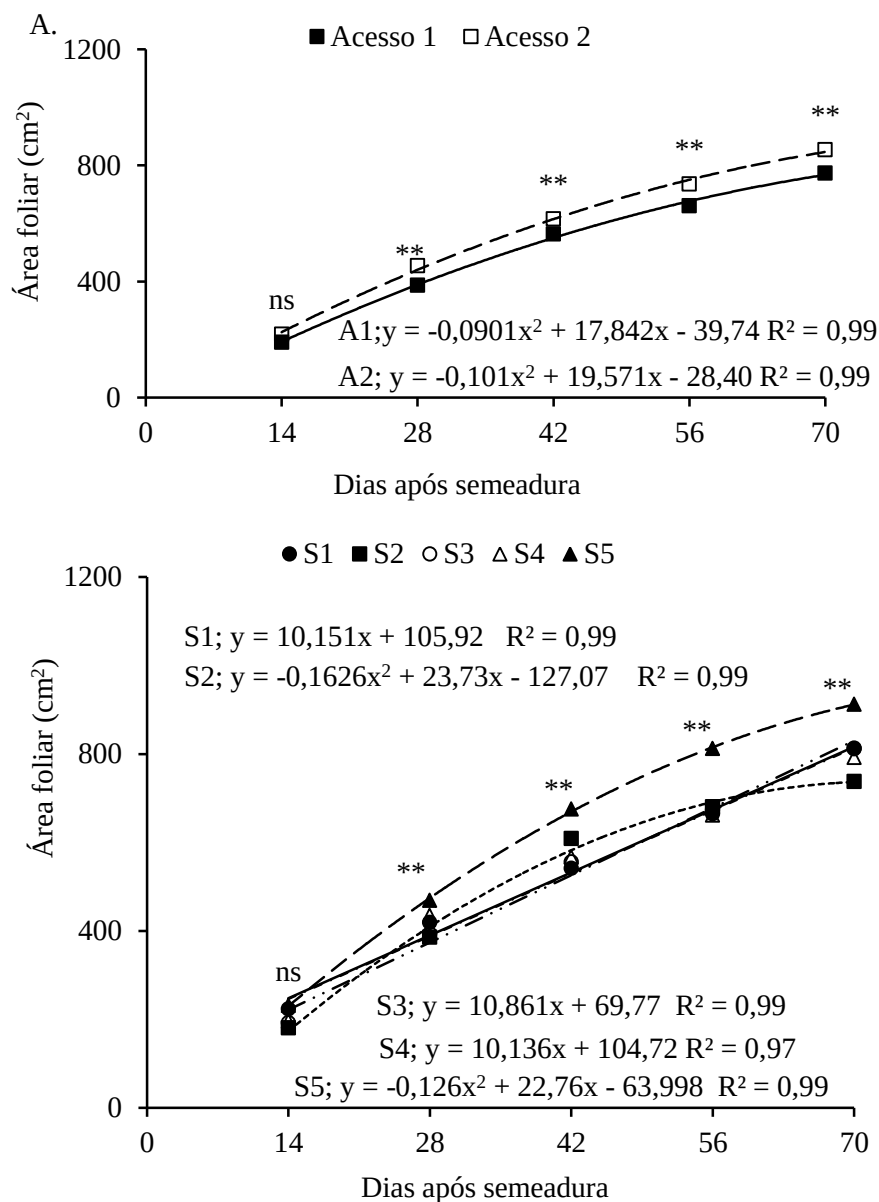


Figura 4 - Área foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

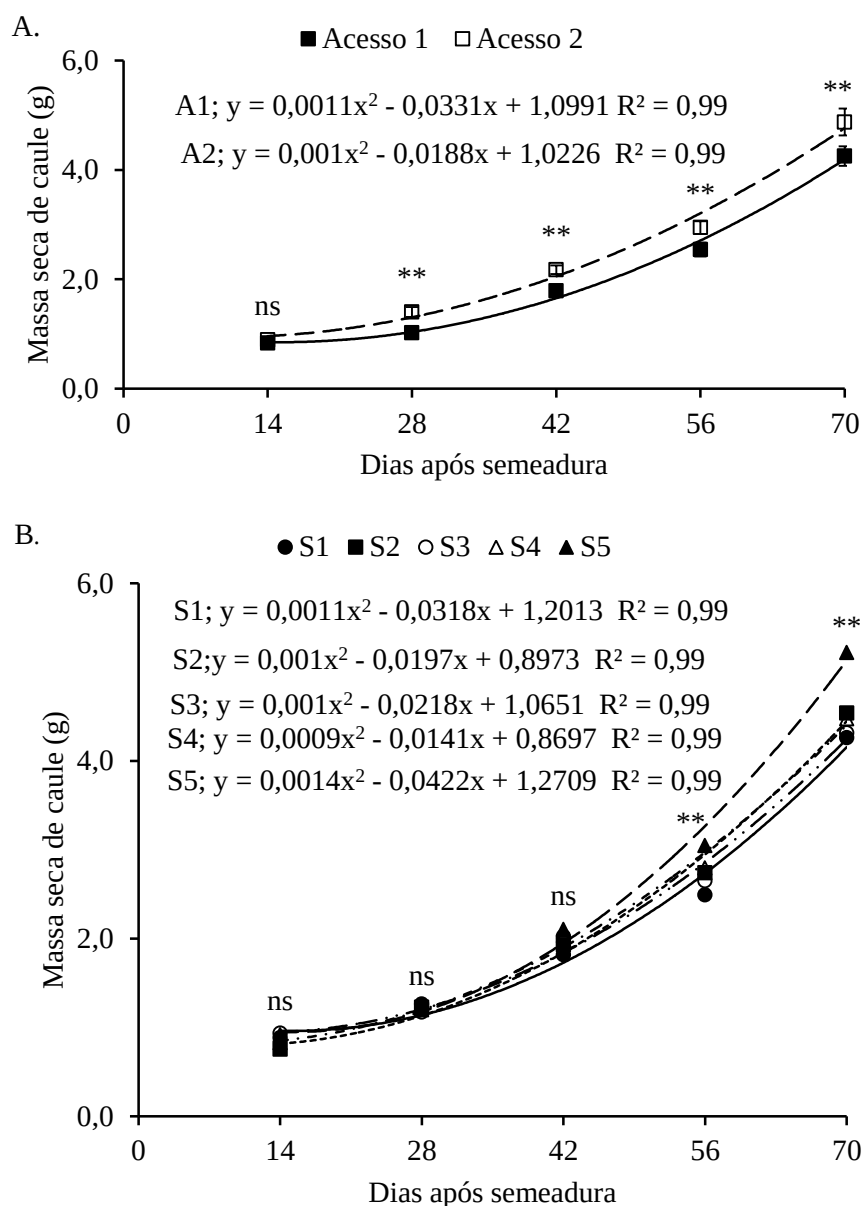


Figura 5 - Massa seca de caule de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para MSC, foi observado comportamento polinomial, ao longo do experimento, para ambos os Acessos, obtendo-se 4,17 e 4,61 g, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 5A).

Houve diferença significativa entre os Substratos para MSC, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 22,28 e 22,43% aos 56 e 70 dias após a semeadura, respectivamente. No entanto, nas demais avaliações não houve diferença, com valores médios de 0,87; 1,21 e 1,98 g, aos 14, 28 e 42 dias (FIGURA 5B).

Para MSC, foi observado comportamento polinomial, ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados 4,37; 4,42; 4,44; 4,29 e 5,18 g, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 5B).

Houve diferença significativa entre os Acessos para MSF, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 31,46; 26,47; 31,21; e 32,47% aos 28, 42, 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 6A).

Para MSF, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, para ambos os Acessos, obtendo-se 4,49 e 6,05 g, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 6A).

Houve diferença significativa entre Substratos para MSF, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 15,65 e 44,67% aos 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente. No entanto, nas demais avaliações não houve diferença (FIGURA 6B).

Para MSF, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados 4,41; 5,31; 5,14; 5,55 e 6,41 g, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 6B).

Os valores de MSF de mudas de *Copaifera langsdorffii* produzidas em substratos orgânicos foram superiores em 147% as produzidas em substrato comercial (DUTRA et al., 2012).

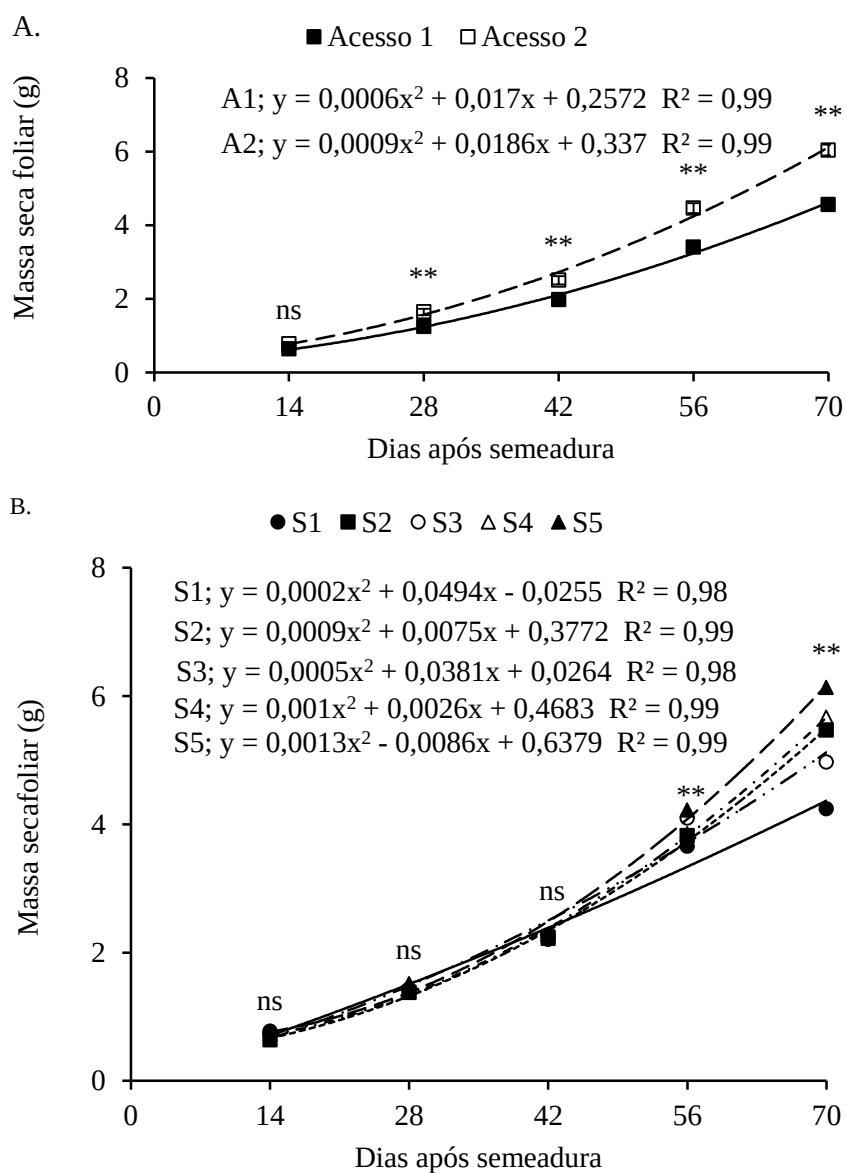


Figura 6 - Massa seca foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

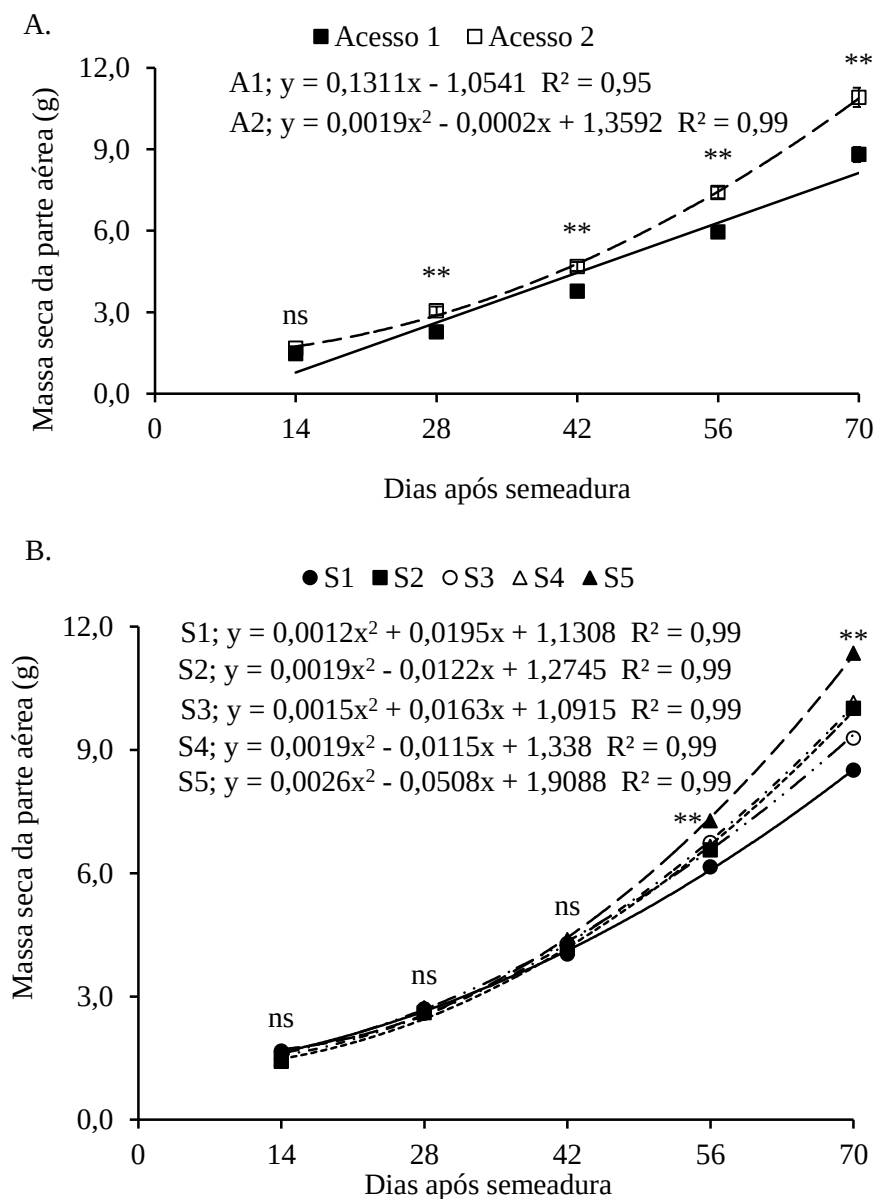


Figura 7 - Massa seca da parte aérea de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Houve diferença significativa entre os Acessos, para MSPA, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 34,04; 24,18; 24,58 e 23,89% aos 28, 42, 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 7A).

Para MSPA, foi observado comportamento polinomial, ao longo do experimento, para ambos os Acessos, obtendo-se 8,12 e 10,66 g, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 7A).

Houve diferença significativa entre substratos para MSPA, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 18,33 e 33,52% aos 56 e 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 7B).

Para MSPA, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados de 8,38; 9,73; 9,58; 9,84 e 11,09 g, aos 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 7B).

Foram observados maiores valores de MSPA nas mudas produzidas em substrato que continha esterco bovino curtido na sua composição, em *Enterolobium contortisiliquum* (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011).

Houve diferença significativa entre os Acessos para MSR, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 25,01; 31,52; 29,90 e 19,99% aos 28, 42, 56 e 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 8A).

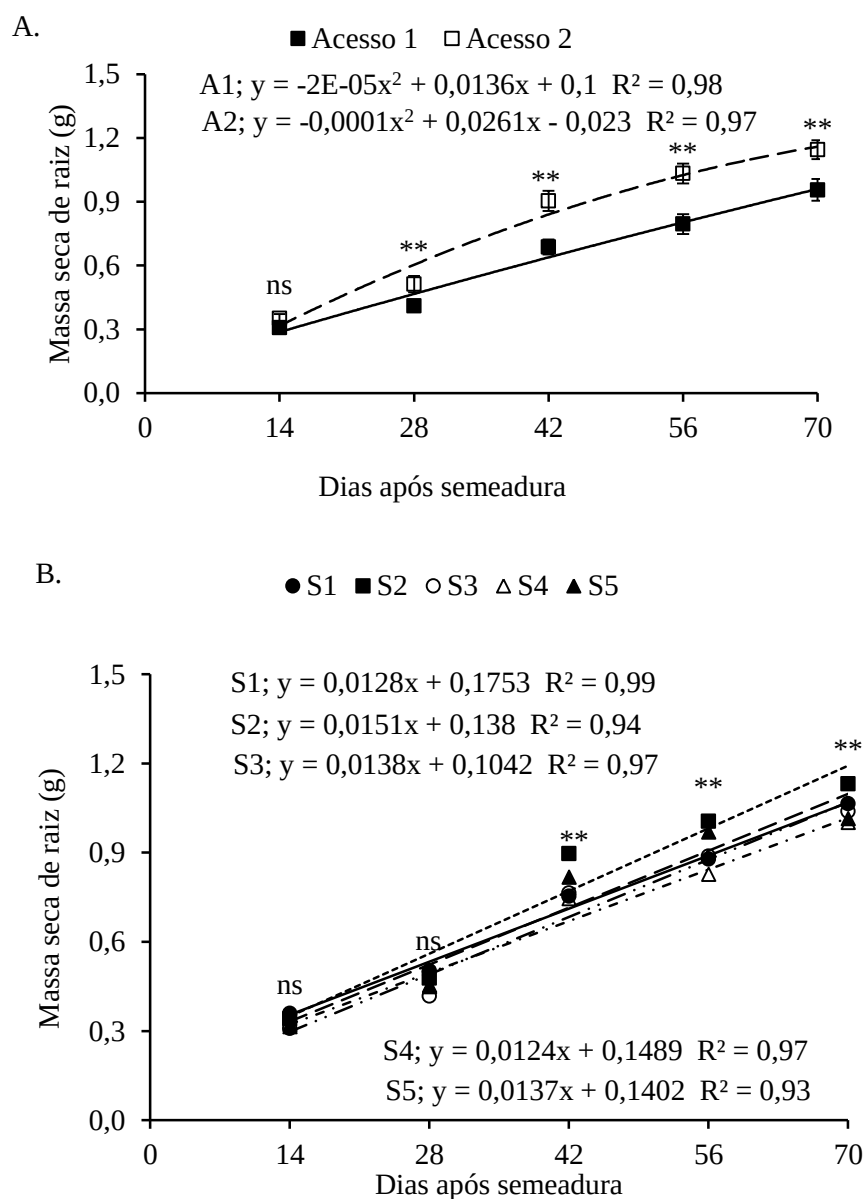


Figura 8 - Massa seca de raiz de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para MSR, foi observado comportamento polinomial, ao longo do experimento, para ambos os Acessos, obtendo-se 0,95 e 1,31 g, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 8A).

Houve diferença significativa entre Substratos para MSR, sendo Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 8,63 e 10,54% aos 42 e 56 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 8B).

Para MSR, foi observado comportamento linear ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados 1,07; 1,20; 1,07; 1,02 e 1,10 g, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 8B).

Em substrato que continha esterco bovino curtido na sua composição na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011), *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformes* (CUNHA et al., 2006), foram observados maiores valores de massa seca de raiz. Uma possível explicação para esse comportamento seria o fato de o adubo orgânico melhorar a estrutura do solo, permitindo o melhor desenvolvimento do sistema radicular (DIAS et al., 2008).

O substrato com acréscimo de esterco bovino curtido provavelmente serviu como aporte ao crescimento das mudas por fornecer nutrientes essenciais e, sendo as folhas o principal local onde ocorre a fotossíntese, e também por serem centros de reserva, fonte de auxina e cofatores de enraizamento que são translocados para a base, contribuindo ainda para a formação de novos tecidos, como as raízes (HARTMANN et al., 1997).

Além disso, o esterco é um componente orgânico que melhora as condições físicas do substrato, como aeração e drenagem, além de ser rico em nutrientes, que são rapidamente liberados para as plantas (CORREIA et al., 2001). Assim, o substrato exerce influência marcante na massa seca do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, interferindo na qualidade das mudas (ROWEDER et al., 2012).

Não houve diferença significativa entre Acessos para MSPR, com valores médios 4,93; 6,04; 5,49; 7,55 e 9,64 aos 14, 28, 42, 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 9A).

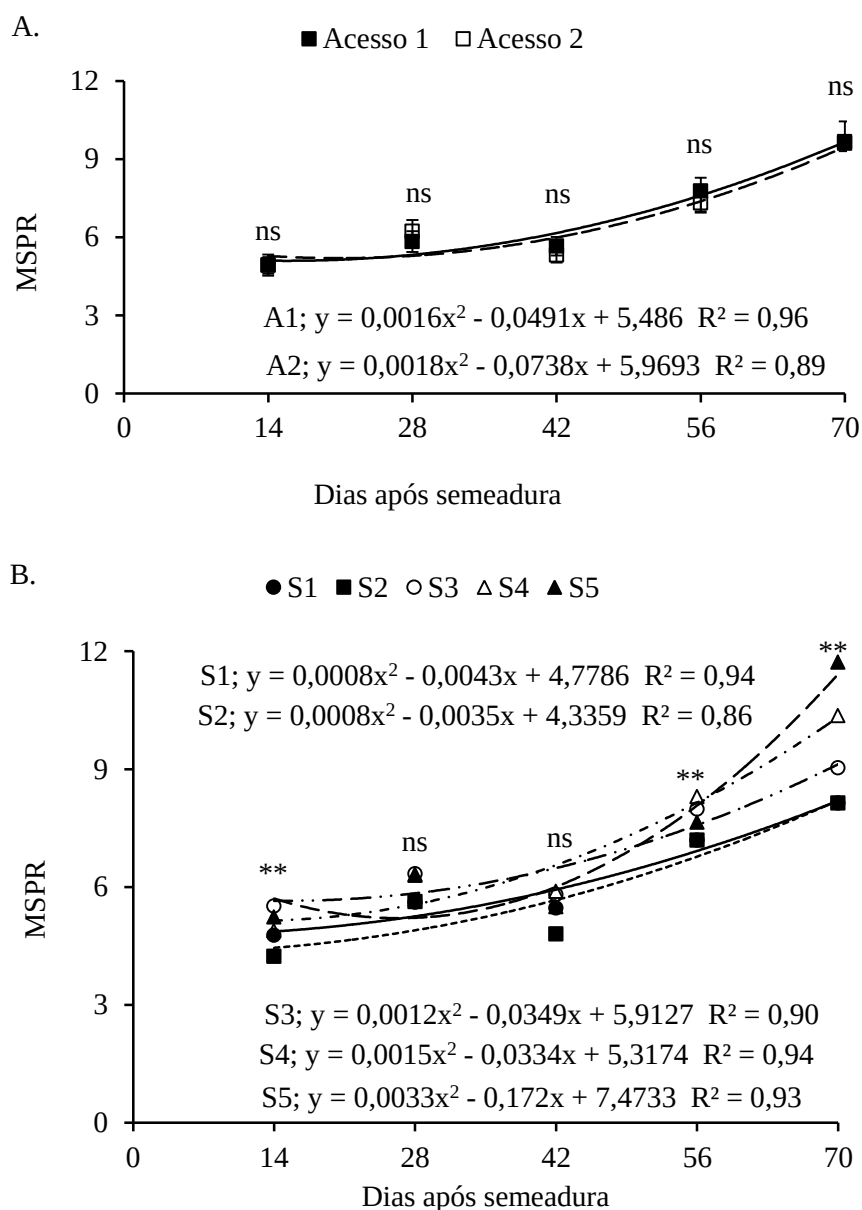


Figura 9 - Relação massa seca da parte aérea e raiz de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para MSPR, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, em ambos os Acessos, obtendo-se valores estimados de 9,89 e 9,68 aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 9A).

Houve diferença significativa entre Substratos para MSPR, sendo Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 6,28 e 44,05% aos 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 9B).

Para MSPR, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados 8,40; 8,01; 9,35; 10,33 e 11,60 aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 9B).

Segundo Caldeira et al. (2008), para MSPR nas mudas a proporção deve ser de 2:1. É importante destacar essa relação quando as mudas vão para o campo, pois a parte aérea das mudas não deve ser muito superior que a da raiz, em função de problemas que possam ocorrer em relação à absorção de água para a parte aérea.

A relação de massa seca da parte aérea e raiz é um parâmetro que indica a qualidade de mudas a serem levadas ao campo, uma vez que se espera um equilíbrio no desenvolvimento, entre a parte aérea e o sistema radicular da planta (CAMPOS; UCHIDA, 2002).

Houve diferença significativa entre Acessos para MST, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 25,31; 25,20 e 23,46% aos 28, 42, 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 10A).

Houve diferença significativa entre os Substratos para DC, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 15,30 e 19,24% aos 56 e 70 dias após a semeadura, respectivamente. No entanto, nas demais avaliações não houve diferença, com valores médios 7,13; 8,85 e 10,09 mm, aos 14, 28 e 42 dias após semeadura (FIGURA 3B).

Para DC, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S3 e S4, e comportamento linear nos Substratos S2 e S5, obtendo-se, nos Substratos 1 a 5 os valores estimados 11,11; 12,86; 11,50; 12,19 e 13,70 mm, aos 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 3B).

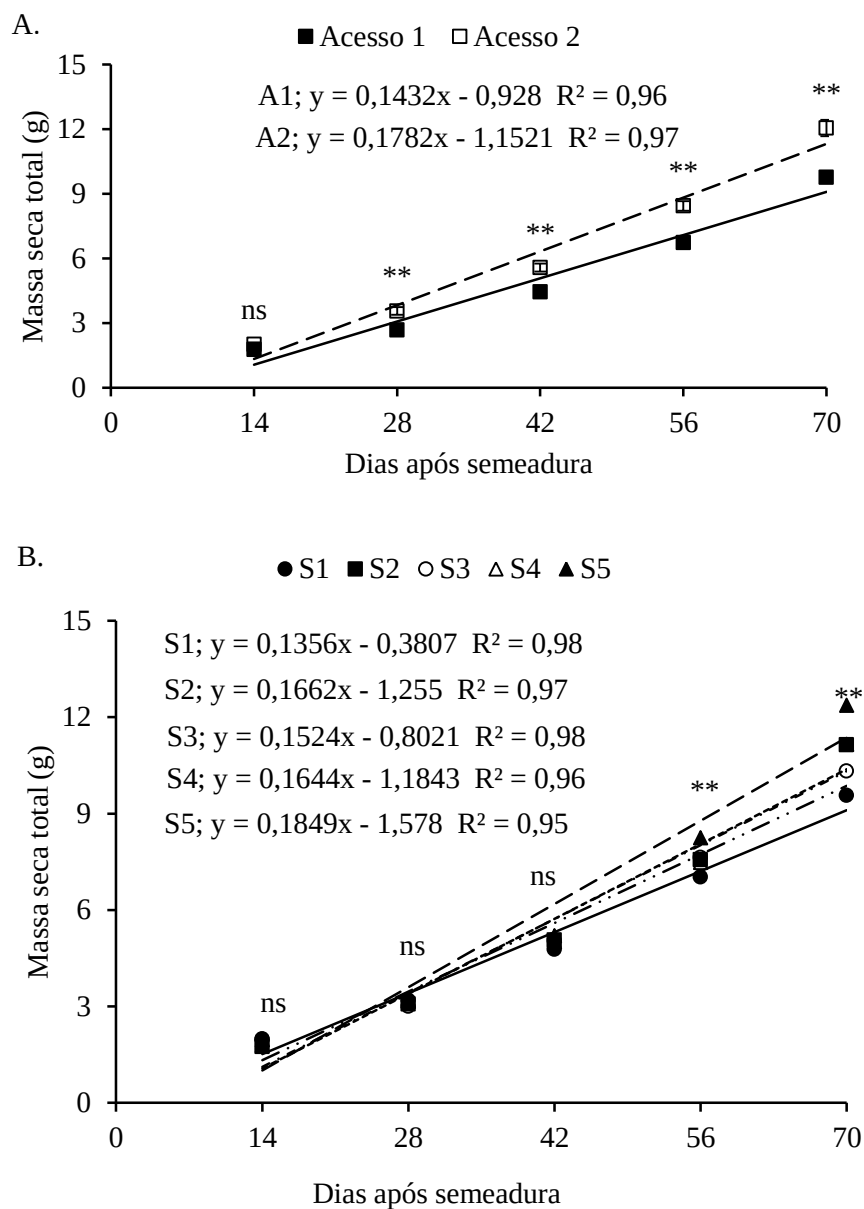


Figura 10 - Massa seca total de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para MST, foi observado comportamento linear ao longo do experimento, em ambos os Acessos, obtendo-se valores estimados 9,10 e 11,32 g aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 10A).

Houve diferença significativa entre Substratos para MST, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 17,36 e 29,27% aos 56 e 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 10B).

Para MST, foi observado comportamento linear ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados 9,11; 10,38; 9,89; 10,32 e 11,37 g, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 10B).

Em trabalho avaliando mudas de mulungu em diferentes substratos, os autores verificaram que os substratos constituídos de areia e composto orgânico proporcionaram maiores valores de massa seca total (GUIMARÃES et al., 2011). Em outras espécies arbóreas, os substratos constituído de micorriza e fósforo, para jatobá (BARBIERI JÚNIOR et al., 2007), vermiculita e casca de arroz, para copaíba (DUTRA et al., 2012), e adubo orgânico, para pau-ferro (SCALON et al., 2011), proporcionaram efeito satisfatório na produção das mudas.

A adição de uma fonte orgânica de nutriente pode influenciar o acúmulo de massa seca total, porque esta fonte orgânica adicionada ao solo proporciona maior retenção de água, melhora a aeração das raízes e disponibiliza nutrientes para a muda (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011).

Houve diferença significativa entre Acessos para RAF, sendo o Acesso 1 superior ao Acesso 2 em 10,40; 13,04 e 10,46% aos 28, 42 e 56 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 11A).

Para RAF, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento nos Acessos 1 e 2, obtendo-se valores estimados 81,01 e 74,37 cm² g⁻¹ aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 11A).

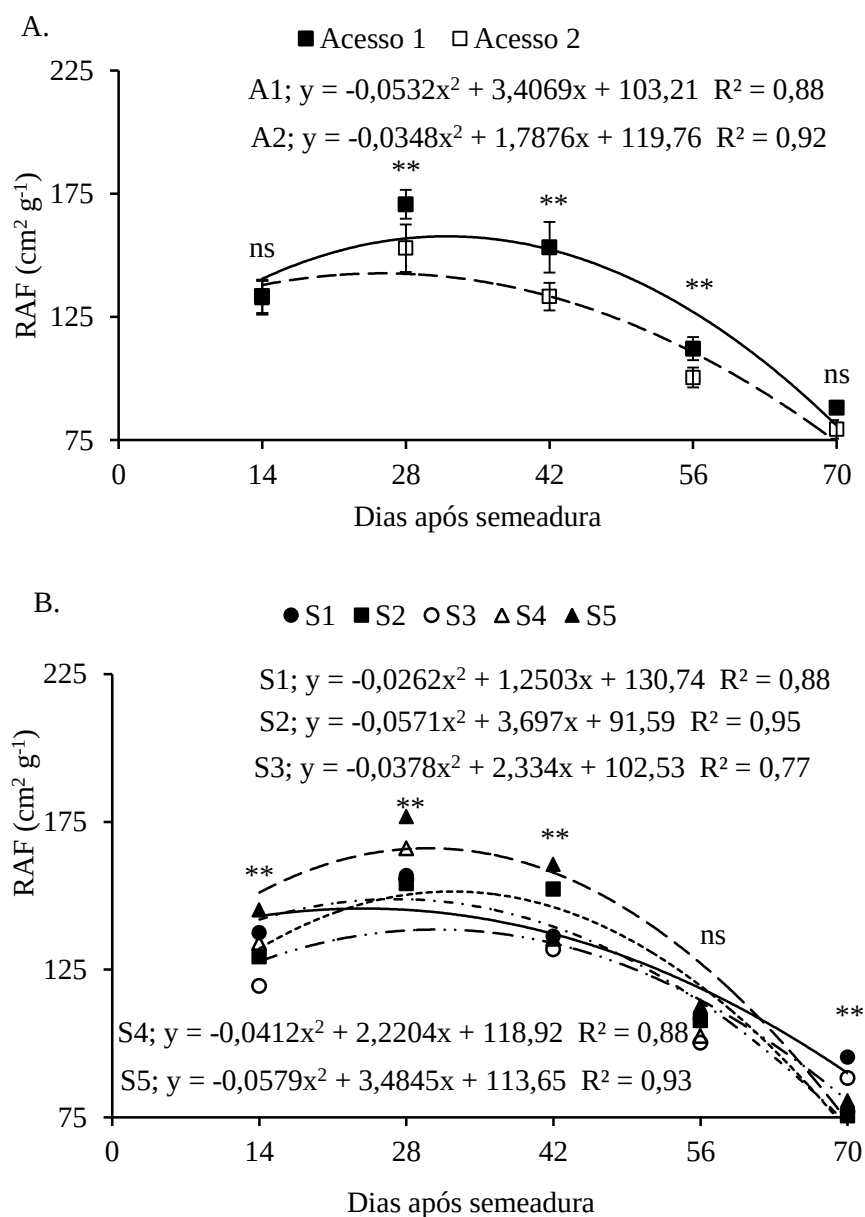


Figura 11 – Razão de área foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Houve diferença significativa entre Substratos para RAF, sendo Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 5,59; 12,74; 17,86% aos 14, 28 e 42 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 11B).

Para RAF, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados 89,88; 70,59; 80,69; 72,47 e 73,86 cm² g⁻¹, aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 11B).

A razão de área foliar expressa área foliar útil para a fotossíntese, sendo relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e CO₂ e a massa seca total, resultado da fotossíntese, sendo esse um componente morfofisiológico (BENINCASA, 2003).

Em trabalho avaliando mudas de catingueira, os autores observaram que mudas desenvolvidas em substrato constituído apenas de solo apresentaram valores de RAF mais baixos que daquelas em substrato constituído de solo + areia e solo + areia + esterco caprino (DANTAS et al., 2009).

Houve diferença significativa entre Acessos para RPF, sendo o Acesso 1 superior ao Acesso 2 em 5,43% aos 56 dias após semeadura. Obtiveram-se valores médios de 2,25; 1,84; 1,89 e 1,88 aos 14, 28, 42 e 70 dias após semeadura (FIGURA 12A).

Para RPF, foi observado comportamento linear ao longo do experimento em ambos os Acessos, obtendo-se valores estimados 1,88 e 1,95 aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 12A).

Houve diferença significativa entre Substratos para RPF, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 7,04% aos 14 dias após semeadura, enquanto que o Substrato 1 foi superior ao Substrato 5 em 8,76% aos 70 dias após semeadura (FIGURA 12B).

Para RPF, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados 1,95; 1,60; 1,95; 1,71 e 1,64 aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 12B).

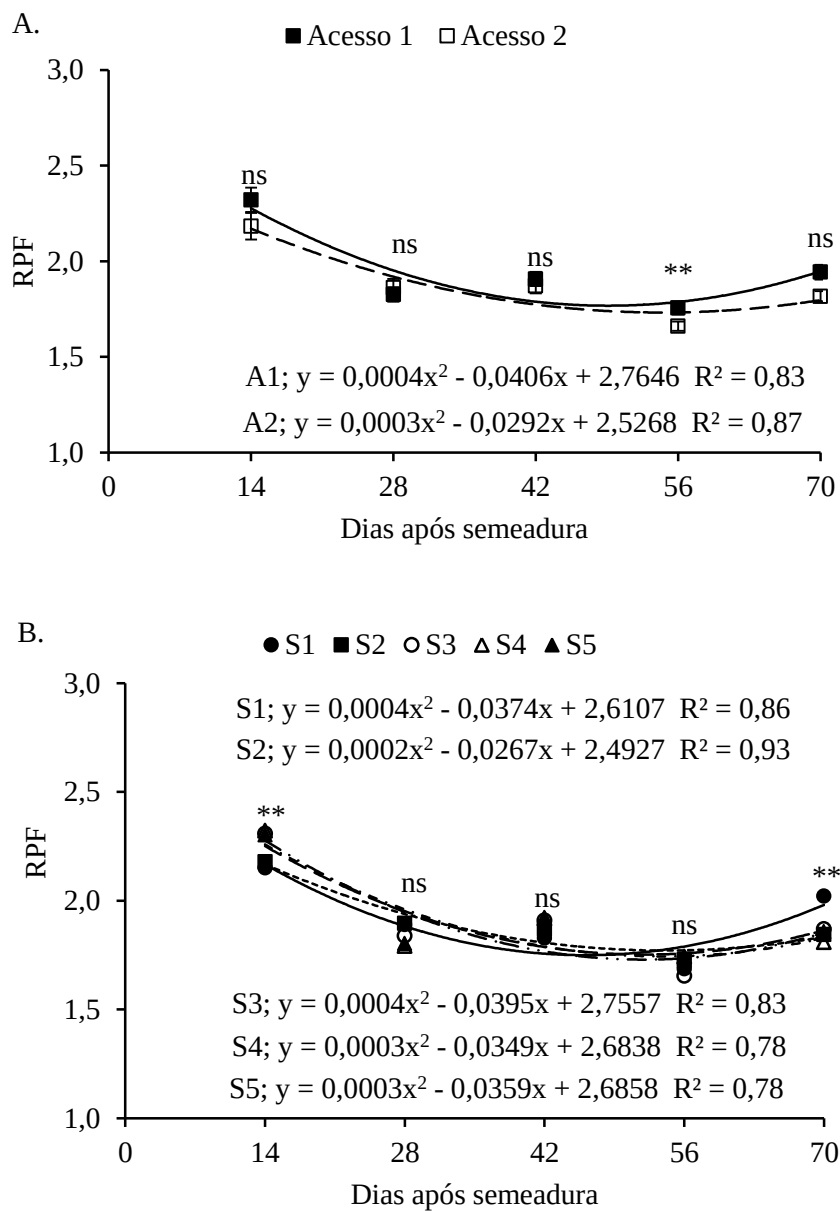


Figura 12 – Razão peso foliar de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Em trabalho avaliando mudas de *Caesalpinia pyramidalis*, os autores observaram que mudas apresentaram valores de RAF mais altos em substrato constituído de solo + areia + esterco caprino (DANTAS et al., 2009). Mudas de *Copaífera langsdorffii* avaliadas em substratos constituídos com componentes orgânicos apresentaram maiores valores de RPF (DUTRA et al., 2012).

Houve diferença significativa entre Acessos para AFE, sendo o Acesso 1 superior ao acesso 2 em 17,39 e 18,34% aos 42 e 56 dias após semeadura (FIGURA 13A).

Para AFE, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, em ambos os Acessos, obtendo-se valores estimados 159,66 e 165,98 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 13A).

Houve diferença significativa entre substratos para AFE, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 14,37 e 24,02% aos 14 e 42 dias após semeadura, ao passo que o Substrato 1 foi superior ao Substrato 5 em 28,00% aos 70 dias após semeadura (FIGURA 13B).

Para AFE, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados 178,30; 129,75; 149,80; 136,31 e 139,47 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 13B).

A AFE é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico e a massa componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição interna (número e tamanho) das células do mesófilo. Infere-se daí que o inverso da AFE reflete a espessura das folhas (BENINCASA, 2003).

Valores de AFE das mudas de catingueira foram mais baixos nas plantas que cresceram em substrato comercial e solo + areia, em comparação com as que cresceram em substratos orgânicos (DANTAS et al., 2009).

Houve diferença significativa entre Acessos, para TCA, sendo o Acesso 2 superior ao Acesso 1 em 68,98; 24,99 e 19,57% aos 28, 56 e 70 dias após semeadura (FIGURA 14A).

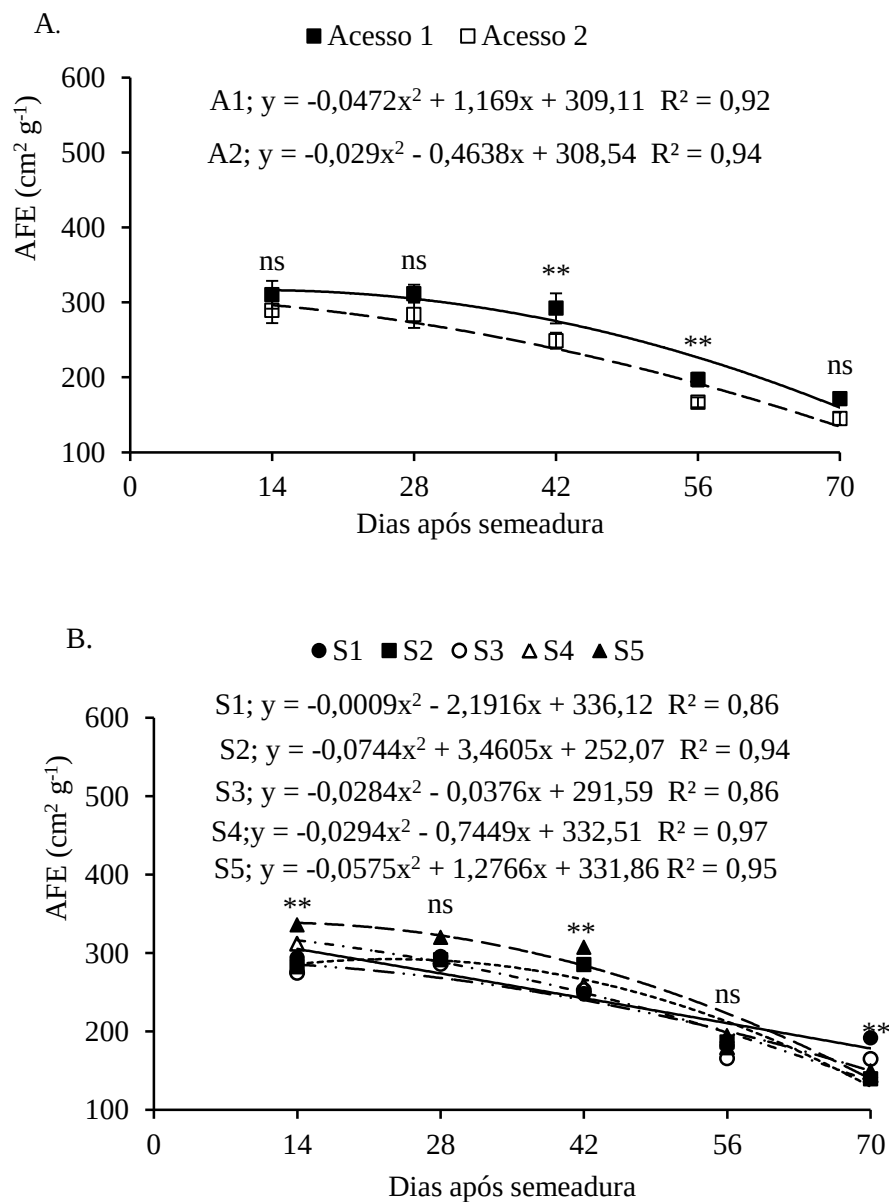


Figura 13 – Área foliar específica de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

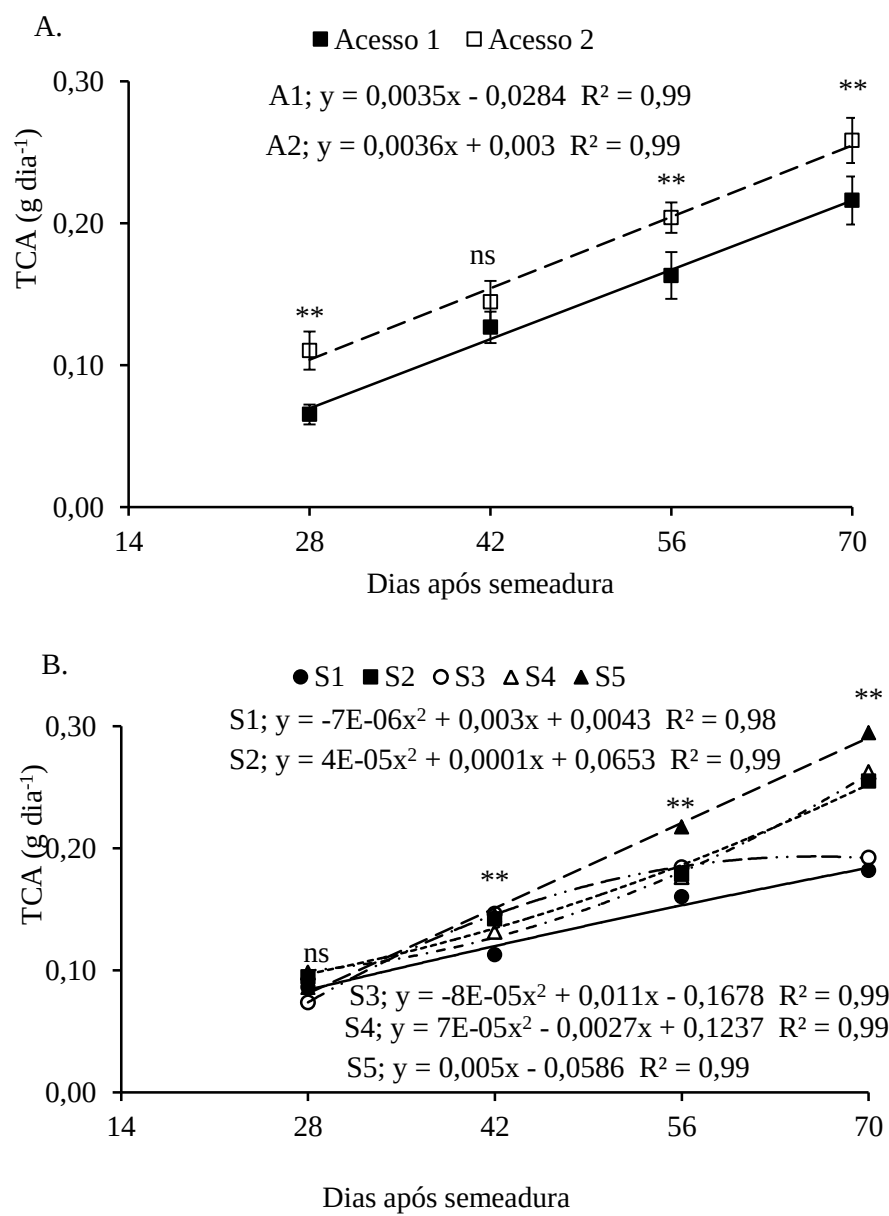


Figura 14 – Taxa de crescimento absoluto de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para TCA, foi observado comportamento linear ao longo do experimento em ambos os Acessos, obtendo-se valores estimados 0,22 e 0,26 g dia⁻¹ aos 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 14A).

Houve diferença significativa entre Substratos para TCA, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 28,71; 35,61 e 62,16% aos 42, 56 e 70 dias após semeadura. (FIGURA 14B).

Para TCA, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados 0,18; 0,27; 0,99; 0,28 e 0,29 g dia⁻¹ aos 70 dias após semeadura, respectivamente (FIGURA 14B).

A TCA pode ser usada para se ter ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 2003).

Em trabalho avaliando mudas de catingueira, os autores observaram valores de taxa de crescimento absoluto maiores em substrato constituído de solo + areia + esterco caprino (DANTAS et al., 2009).

Não houve diferença significativa entre Acessos para TCR, com valores médios 0,034; 0,030 e 0,026% aos 42, 56 e 70 dias após semeadura (FIGURA 15A).

Para TCR, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento em ambos os Acessos, obtendo-se valores estimados 0,028 g g⁻¹ dia⁻¹ aos 70 dias após a semeadura, para ambos os tratamentos (FIGURA 15A).

Houve diferença significativa entre Substratos para TCR, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 5,00; 20,03; 20,53 e 31,71% aos 28, 42, 56 e 70 dias após a semeadura, respectivamente (FIGURA 15B).

Para TCR, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores estimados de

0,018; 0,025; 0,016; 0,026 e 0,032 g g⁻¹ dia⁻¹ aos 70 dias após sementeira, respectivamente (FIGURA 15B).

A TCR é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial (BENINCASA, 2003).

Em trabalho avaliando mudas de catingueira, os autores observaram valores de taxa de crescimento absoluto maiores em substrato constituído de solo + areia (DANTAS et al., 2009).

Não houve diferença significativa entre Acessos para TAL, com valores médios 0,00028; 0,00029 e 0,00032 g cm⁻² dia⁻¹ aos 42, 56 e 70 dias após sementeira (FIGURA 16A).

Para TAL, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento em ambos os Acessos, obtendo-se valores estimados 0,00032 e 0,00039 g cm⁻² dia⁻¹ aos 70 dias após sementeira, respectivamente (FIGURA 16A).

Houve diferença significativa entre Substratos para TAL, sendo o Substrato 5 superior ao Substrato 1 em 37,44% aos 70 dias após sementeira (FIGURA 16B).

Para TAL, foi observado comportamento polinomial ao longo do experimento, nos Substratos S1, S2, S3, S4 e S5, obtendo-se valores 0,00031; 0,00028; 0,00027; 0,00028 e 0,00031 g cm⁻² dia⁻¹ aos 70 dias após a sementeira, respectivamente (FIGURA 16B).

Em trabalho avaliando mudas de catingueira, os autores ressaltam que o substrato constituído de solo + areia + esterco, possibilitou valores de TAL muito maiores que os demais, diferindo estatisticamente das plantas desenvolvidas nos substratos solo e solo + areia (DANTAS et al., 2009).

Na produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, os autores observaram que a presença de matéria orgânica nos substratos evidencia sua importância para a formação das mudas (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011).

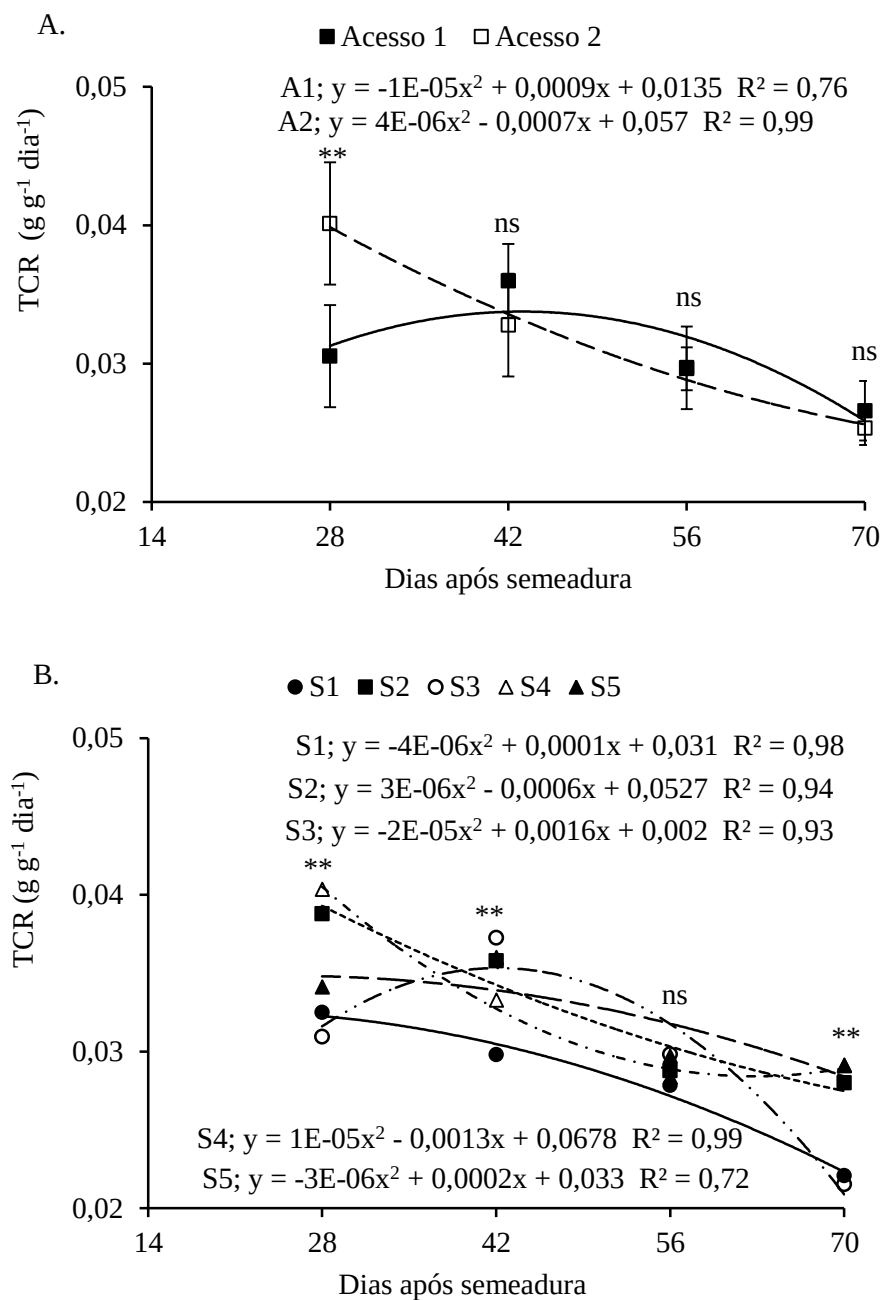


Figura 15 – Taxa de crescimento relativo de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFRSA, 2014.

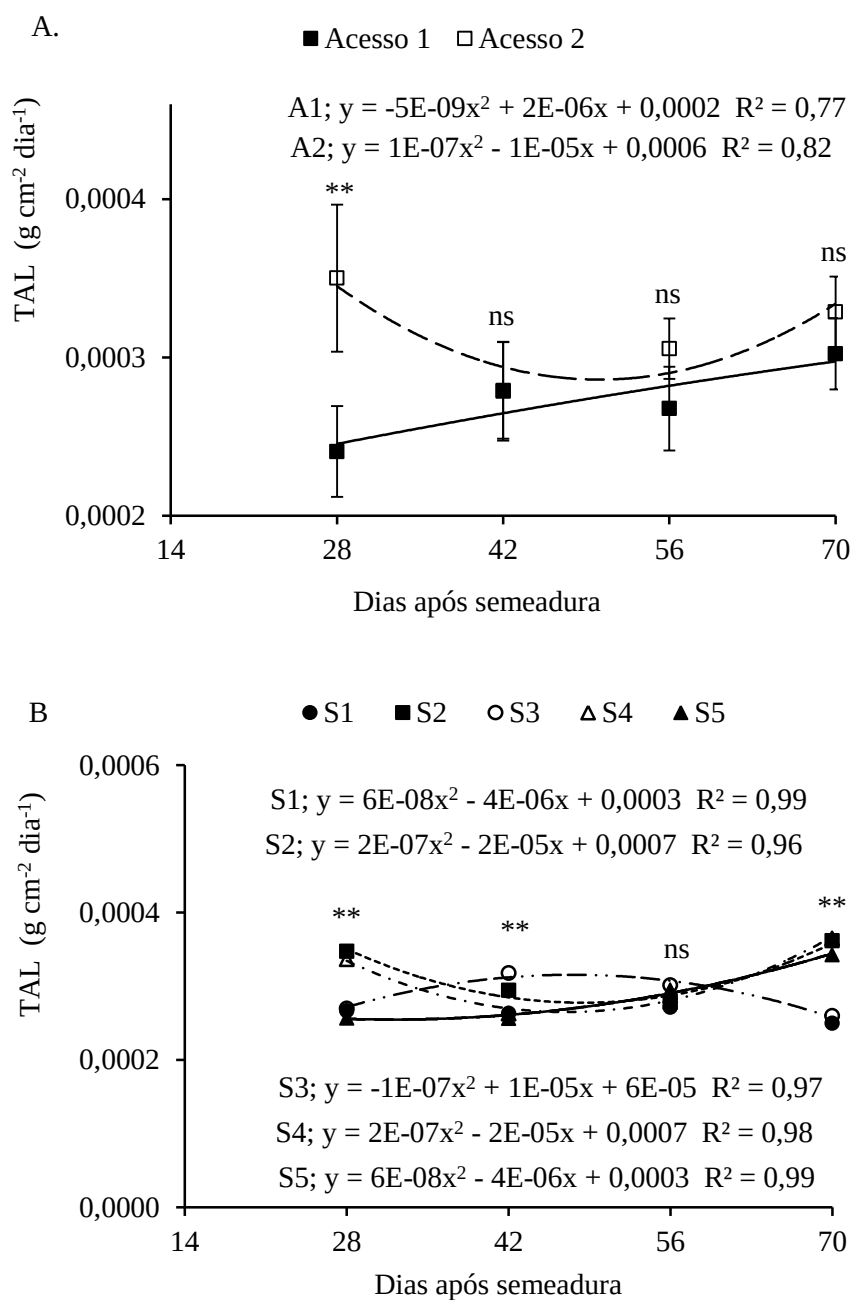


Figura 16 – Taxa de assimilação líquida de acessos de *Erythrina velutina* (A) semeadas em substratos organo-minerais (B). As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFRSA, 2014.

4.6 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que mudas de *Erythrina velutina* apresentam maiores valores de crescimento nos substratos orgânico-minerais [Substrato 2 - arisco + esterco bovino (20%); e Substrato 5 - arisco + superfosfato simples (300 g m^{-3}) + micronutrientes (50 g m^{-3}) + esterco bovino (20%)].

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BARROS, A. H. H.; GONÇALVES, E. P.; OLIVEIRA, L. S. B.; CARDOSO, E. A.; Substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 69-82, 2008.

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; VIEIRA, R.M.; CARDOSO, E. A. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert sob diferentes substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 439-447, 2011.

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

BARBIERI JÚNIOR, D.; BRAGA, F. L.; ROQUE, C. G.; SOUSA, M. P. Análise de crescimento de *hymenaea courbaril* sob efeito da inoculação micorrizica e adubação fosfatada. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2007.

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

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município Semi-Árido Nordeste**. Mossoró, Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1991. 121p.

CARVALHO, P. E. R. **Mulungu (*Erythrina velutina*)**. Embrapa: Circular técnica 160. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8p.

CORREIA, D.; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; COSTA, A. M. G. **Alternativas de substratos para a formação de porta enxertos de gravioleira (*Annona muricata*) em tubetes**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. (Comunicado Técnico, 67).

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; AMARAL, F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009.

DIAS, M. A.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B.; DIAS, D. C. F. S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 115-121, 2008.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB, Departamento de Engenharia Agrícola, 2000. 22p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; NETO, S. P. M.; MANARA, M. P. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**; In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). Nutrição mineral de plantas. Piracicaba: IPEF, 2005. 427p.

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

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR., F.T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2010.

LACERDA, M. R. B; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas do substrato à base de pó de coco e resíduos de sisal para a produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 209-220, 2007.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2008. 577p.

MATHEUS, M. T.; GUIMARÃES, R. M.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S. Superação da dormência em sementes de duas espécies de *Erythrina*. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 23, n. 3, p. 48-53, 2010.

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidade**. 1ª Ed. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009. 340p.

MONIZ-BRITO, K. L.; AYALA-OSUÑA, J. T. Influência de diferentes substratos na germinação de sementes de *Ziziphus joazeiro* Mart., *Rhamnaceae* *Sitientibus*. **Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 5, n. 2, p. 63-67, 2005.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; MEDEIROS, J. F.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 206-211, 2009.

OLIVEIRA, M. S. G.; AQUINO, A. B.; SILVA, D. L.; AQUINO, P. G. V.; SANTOS, M. S.; PORFÍRIO, A. P. R.; SANT'ANA, A. E. G.; SANTOS, B. V. O.; ALEXANDRE-MOREIRA, M. S.; ARAÚJO-JÚNIOR, J. X. Antinociceptive and anti-inflammatory activity of hydroalcoholic extracts and fractions from *Erythrina mulungu*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 22, n. 1, p. 157-161, 2012.

ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 5, n. 1, p. 27-46, 2012.

SARZI, I.; VILLAS BÔAS, R. L.; SILVA, M. R. Composição química e aspectos morfológicos de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) produzidas em diferentes substratos e soluções de fertirrigação. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 7, p. 53-62, 2008.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SCALON, S. P. Q.; TEODÓSIO, C. T. K.; NOVELINO, J. O.; KISSMANN, C.; MOTA, L. H. S. Germinação e crescimento de *Caesalpinia ferreamart.* extul. em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 3, Edição Especial, p.633-639, 2011.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L.; BELTRÃO, N. E. M. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Comunicado técnico, 27).

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SILVA, J. O.; SILVA, P. G.; SILVA, F. H.; SOUSA, M. C.; CANEDO, S. C. Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia macrophylla* king sob efeito de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 20, n. 1, p. 91-98, 2013.

WALKER, C.; ARAÚJO, M. M.; MACIEL, C. G.; MARCUZZO, S. B. Viveiro florestal: evolução tecnológica e legalização. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 5, Edição Especial, p. 08-14, 2011.

5 CAPÍTULO - CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Erythrina velutina* NA CONDIÇÃO DE RESTRIÇÃO HÍDRICA

5.1 RESUMO:

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa do Nordeste Brasileiro, empregada na regeneração de áreas degradadas, e medicina popular. Objetivou-se com este trabalho obter informações sobre crescimento de *Erythrina velutina* na condição de restrição hídrica. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por cinco mudas. Foram utilizados dois manejos: irrigação diária e 14 dias com restrição hídrica. Ao longo do experimento, foram realizadas coletas para avaliação de crescimento (28, 42, 56, 70 e 84 dias após o transplantio). Em cada coleta, as mudas foram analisadas quanto: comprimento da parte aérea, número de folhas, diâmetro de coleto, área foliar, massa da matéria seca (caule, folhas, raiz, parte aérea, relação da parte aérea e raiz, e total), razão de área foliar, razão de peso foliar, área foliar específica, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida. Todas as variáveis foram afetadas pelos tratamentos, sendo observada a não recuperação das mudas aos 84 dias após o transplantio. Nas condições deste trabalho foi possível concluir que as mudas de *Erythrina velutina*, em geral, foram afetadas pela restrição hídrica à qual foram submetidas.

Palavras-chave: taxas de crescimento, fitomassa, ecofisiologia.

5.2 ABSTRACT:

Erythrina velutina is a native tree species from the Brazilian northeast, used in landscaping, regeneration of degraded areas and traditional medicine. The objective of this work was to obtain information on *Erythrina velutina* growth in condition of water restriction. The experiment was conducted in completely randomized block, with parts subdivided in time, with four repetitions, being the experimental unit represented by five seedlings. Two managements were used: daily irrigation and fourteen days under water restriction. During the experiment, collections for growth assessment were realized (28, 42, 56, 70 and 84 days after transplanting). At each sampling date, the following characteristics were analyzed: shoot length, leaf number, basal diameter, leaf area, dry matter (aerial part, branches, leaves, roots, shoots, shoot to root dry weight ratio), leaf area ratio, leaf weight ratio, specific leaf area, absolute growth rate, relative growth rate and net assimilation rate. All variables were affected by the treatments, being observed the non-recovery of the seedlings at 84 days after transplanting. Under the conditions of this study, it was possible to conclude that the seedlings of *Erythrina velutina*, in general, have been affected by the water restriction to which they were submitted.

Keywords: growth rates, biomass, ecophysiology.

5.3 INTRODUÇÃO

Erythrina velutina é uma espécie arbórea nativa do Nordeste Brasileiro, pode ser encontrada em diferentes regiões do país, desde o Estado do Ceará até o de São Paulo, sendo comum em várzeas úmidas e margens de rios. Recebe diversos nomes vulgares, de acordo com cada região, como bucaré, mulungu, mulungu-da-flor-vermelha e mulungu-da-flor-amarela (Ceará); muchôco e mulungá (Minas Gerais); mulungu (Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe e São Paulo) (CARVALHO, 2008).

É empregada no paisagismo, indicada para plantio em margens de corpos d'água, ruas, praças, avenidas, parques e jardins; utilizada na medicina popular devido a propriedades sudorífica, calmante, emoliente, anestésica, relaxante, anti-insônia e anti-inflamatória; e sua madeira é útil na confecção de jangadas, brinquedos, tamancos, palitos de fósforo, mourões, estacas e caixotaria (LORENZI; MATOS, 2008; MATOS; QUEIROZ, 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

O mulungu se destaca como tolerante à competição, pela rusticidade, resistência à seca e capacidade de fixar nitrogênio, características pertinentes de uma espécie própria para ser utilizada na recuperação de áreas degradadas (HOLANDA et al., 2010; SANTOS et al., 2012).

Frente à carência de informações sobre o manejo e a análise de espécies florestais e os problemas ambientais que atingem os ecossistemas reduzindo as áreas florestais, tornam-se importantes os trabalhos que colaborem para recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem (TEIXEIRA et al., 2013).

O conhecimento no âmbito tecnológico e das espécies arbóreas se faz necessário para a tomada de medidas preventivas e mitigadoras no manejo agroecológico da vegetação, além da recuperação de áreas degradadas. Para que sejam indicadas é preciso fazer estudos com intuito de conhecer as características e padrões de qualidade, assim, a sobrevivência poderá ser um sucesso em campo, e possibilitará serem classificadas quanto à adaptação a diferentes ambientes.

O estudo do comportamento de espécies arbóreas em nível de condição de regime hídrico é fundamental por possibilitar o conhecimento de características da planta e permitir a inferência sobre condições de manejo.

A utilização racional de espécies arbóreas nativas pode promover exploração racional das potencialidades do bioma Caatinga, reduzindo os problemas causados pela seca e do extrativismo desordenado de madeira. Deste modo, o manejo de maneira sustentável ocasiona equilíbrio entre as esferas ecológica, agrônômica e econômica, resultando em preservação da biodiversidade.

Algumas espécies arbóreas são capazes de usar a água de forma mais eficiente, possibilitando maior crescimento mesmo em condição de menor disponibilidade hídrica. Por outro lado, outras se caracterizam como sendo de baixo investimento em área foliar, mesmo nas condições adequadas de disponibilidade de água, o que reflete no seu menor crescimento e produção de biomassa.

Dentre os fatores abióticos que podem interferir no desenvolvimento vegetal, destaca-se o estresse hídrico. Em alguns casos podem interferir até mais que o estresse salino (MOURA et al., 2011), e pode ser indiferente ao tipo de solo utilizado, seja este arenoso ou argiloso (LOPES et al., 2011). A resposta das plantas ao déficit hídrico depende de suas características intrínsecas e da magnitude e intensidade do estresse (SILVA et al., 2008), além da variabilidade e controle genético quanto às características de crescimento (VELLINI et al., 2008).

Um dos principais fatores para o sucesso na recuperação de uma área degradada é a qualidade das mudas. No caso dos estudos sobre regime hídrico, eles atendem a dois propósitos: obter as mais altas taxas de crescimento em viveiro e indicar a adaptabilidade às condições de plantio definitivo.

Dentre os estudos sobre resposta ao regime hídrico, podem-se destacar alguns feitos com outras espécies arbóreas tais como *Schinus terebinthifolius* (SILVA et al., 2008), *Eucalyptus* spp. (VELLINI et al., 2008), *Caesalpinia ferrea* (LENHARD et al., 2010), *Azadirachta indica* (MARTINS et al., 2010), *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* (LOPES et al., 2011), *Mimosa caesalpiniiifolia* (MOURA et al., 2011), *Guzuma ulmifolia* (SCALON et al., 2011), *Qualea*

grandiflora (VIEIRA; GOMES, 2011) em condições ambientais dos Estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo, Pernambuco e Piauí.

Diante da escassez de trabalhos sobre os efeitos da restrição hídrica sob a ecofisiologia de mudas de espécies arbóreas em condições de estresse hídrico, o objetivo deste trabalho foi obter informações sobre o crescimento de mudas de *Erythrina velutina* em condição de restrição hídrica.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro de Produção de Mudas do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró-RN. O município situa-se a 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste e altitude de 18 m. Segundo Thornthwaite, o clima local é DdAa', ou seja, semi-árido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso d'água durante o ano, e de acordo com Köppen é BSwb', seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO; ESPÍNOLA SOBRINHO; MAIA NETO, 1991).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por dez mudas. Foram utilizados dois manejo de irrigação (sem ou com estresse hídrico), onde no primeiro tratamento as mudas foram conduzidas com irrigação diária pela manhã e a tarde, e o segundo as mudas ao atingirem 42 dias após o transplântio passaram por um período de 14 dias sem irrigação. Todas foram mantidas em o ambiente de telado com 50% de sombreamento.

As sementes foram coletadas em plantas localizadas no Campus da Ufersa, as quais após a coleta foram levadas ao laboratório para realização do beneficiamento manual. Foi realizada a superação da dormência pelo método de

escarificação mecânica. A semeadura foi realizada em bandejas plásticas de 50 células (680 mm x 340 mm), com substrato comercial do tipo Basaplant®, na profundidade de 2 cm a 3 cm, colocando as sementes com o hilo para baixo (MATHEUS et al., 2010).

Aos 14 dias após a semeadura, as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos de polietileno preto, com capacidade de dois litros e meio, contendo substrato composto por arisco + esterco, na proporção 1:4. Antes do transplântio retirou-se amostra do substrato para caracterização química: pH= 7,60; Na^+ = 2,29; Al^{3+} = 0,00; K^+ = 1,49; Ca^{2+} = 3,30; Mg^{2+} = 2,00; Soma de Bases= 9,08 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; P= 235,07; Cu = 0,40; Zn=7,40; Fe= 76,00; Mn= 22,40 mg kg^{-1} ; C= 3,32; MO= 5,73 g kg^{-1} .

Após transplântio para os sacos plásticos e distribuição dos mesmos de acordo com o manejo de irrigação, foi instalado o sistema de irrigação utilizando microaspersores, através dos quais se realizaram duas irrigações diárias (manhã e final da tarde).

Ao longo do experimento, foram realizadas cinco coletas de dados, para avaliação de crescimento (28, 42, 56, 70 e 84 dias após o transplântio), com intervalos de 14 dias. Em cada coleta, as mudas foram analisadas quanto: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC), área foliar (AF), massa seca do caule (MSC), folhas (MSF), raiz (MSR), parte aérea (MSPA), relação massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPR), massa seca total (MST), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), e taxa assimilatória líquida (TAL), de acordo com Benincasa (2003).

Para mensuração do comprimento da parte aérea, considerada do coleto até o ápice, foi utilizada régua graduada com precisão de 0,1 cm; para o diâmetro do coleto paquímetro digital com precisão milimétrica de 0,01 mm. A área foliar foi determinada utilizando o método do disco (FERNANDES, 2000).

Para determinação da massa seca, as mudas foram fracionadas em folhas, caules e raízes, que foram lavados, acondicionados em sacos de papel e colocados

em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65° C, até atingir massa constante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade e desvio padrão com barras de erros para a série de gráficos, além da análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste *Tukey* a 5% de probabilidade com uso do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectado efeito ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos para CPA, NF, DC e AF. Para todas essas variáveis, os maiores valores foram obtidos nas mudas produzidas em condição sem restrição hídrica, principalmente para NF e AF, sendo aproximadamente 39 e 68% superior (TABELA 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC) e área foliar (AF) de *Erythrina velutina* conduzidas sem e com restrição hídrica, Mossoró, UFRS, 2014.

	CPA (cm)	NF	DC (mm)	AF (cm ²)
Valores de F	9,47**	64,18**	25,99**	126,60**
CV (%)	12,35	14,84	6,31	15,97
Tratamentos	Valores médios			
Sem estresse	39,19 a	5,11 a	10,24 a	2306,50 a
Com estresse	35,19 b	3,68 b	9,35 b	1371,60 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de *Tukey* ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

A análise de variância detectou diferença ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos para MSC, MSF, MSPA, MSR, MST e MSPR. Os maiores

valores obtidos em condição sem restrição hídrica, foram para MSC, MSPA, e MSPR, sendo aproximadamente 39; 38 e 50% superior (TABELA 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea e raiz (MSPR) de *Erythrina velutina* conduzidas sem e com estresse hídrico, Mossoró, UFERSA, 2014.

	MSC	MSF	MSPA	MSR	MST	MSPR
	(g)					
Valores de F	94,33**	41,97**	100,70**	181,40**	45,92**	158,54**
CV (%)	11,90	15,00	11,13	14,31	9,76	11,25
Tratamentos	Valores médios					
Sem	8,64 a	2,24 a	10,87 a	1,20 a	12,08 a	7,99 a
Com	6,21 b	1,70 b	7,91 b	2,10 b	10,01 b	5,32 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos para RAF, RPF, AFE, TCA, TCR, ao passo que para TAL, não houve efeito significativo. Para a RAF, AFE e TCA, os maiores valores foram obtidos nas mudas produzidas em condição sem restrição hídrica, sendo aproximadamente 19; 25% e 56% superior (TABELA 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância, com os valores de F, e valores médios para as variáveis: razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), área foliar específica (AFE), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) de *Erythrina velutina* conduzidas sem e com estresse hídrico, Mossoró, UFERSA, 2014.

	RAF	AFE	RPF	TCA	TCR	TAL
	(cm ² g ⁻¹)			(g dia ⁻¹)	(g g dia ⁻¹)	(g cm ² dia ⁻¹)
Valores de F	13,4**	24,2**	32,3**	59,8**	21,4**	1,6 ^{ns}
CV (%)	17,2	15,8	11,5	20,1	9,4	15,4
Tratamentos	Valores médios					
Sem	354,7 a	1116,9a	4,4 a	0,4 a	0,045 a	0,00017 a
Com	296,9 b	894,9 b	5,3 b	0,3 b	0,040 b	0,00018 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns não-significativo pelo teste F.

Nas figuras de 1 a 8, são observados os valores das variáveis analisadas: CPA, NF, DC, AF, MSC, MSF, MSPA, MSR, MST, MSPR, RAF, RPF, AFE, TCA, TCR, e TAL, de *Erythrina velutina* produzidas em condição de restrição hídrica, em função do tempo.

Para CPA, não houve diferença significativa entre os tratamentos, aos 56 e 70 dias após o transplântio, sendo observados valores médios de 22,72; 32,89; 38,75 e 41,60 cm, ao passo que aos 84 dias após o transplântio, as mudas na condição sem restrição hídrica, foram superiores em 32%, em comparação as na condição de estresse hídrico (Figura 1A).

Na condição sem restrição hídrica, foi observado comportamento linear ao longo do experimento, para CPA, com aumento de 0,59 cm por dia, aos 84 dias após o transplântio, ao passo que na condição de estresse hídrico foi observado comportamento polinomial, obtendo-se 43,82 cm, aos 84 dias após o transplântio (FIGURA 1A).

Em trabalho avaliando estresse hídrico no crescimento inicial de mudas de *Guazuma ulmifolia*, nos tratamentos de menor disponibilidade hídrica, observou-se que o CPA foi cerca de 50% menor que nos demais tratamentos (SCALON et al., 2011). Também, em mudas de *Qualea grandiflora*, em diferentes regimes hídricos, verificaram que o CPA foi maior com 100% e 50% da capacidade de campo do regime hídrico (VIEIRA; GOMES, 2011).

O déficit hídrico diminuiu o CPA das mudas de *Azadirachta indica* nos tratamentos mais severos, sendo sugerido que para máximo crescimento, na fase inicial de desenvolvimento, seja irrigado com 80% da capacidade de campo (MARTINS et al., 2010), assim como começaram a ser afetadas imediatamente após o início da aplicação da deficiência hídrica, em mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, cultivados em casa de vegetação (MARTINS et al., 2008).

Não houve efeito significativo para NF, aos 56 dias após o transplântio, com valores médios de 4,5 folhas, enquanto que as mudas na condição sem restrição hídrica foram superiores em 72% e 168%, em comparação as com restrição hídrica, aos 70 e 84 dias após o transplântio, respectivamente (FIGURA 1B).

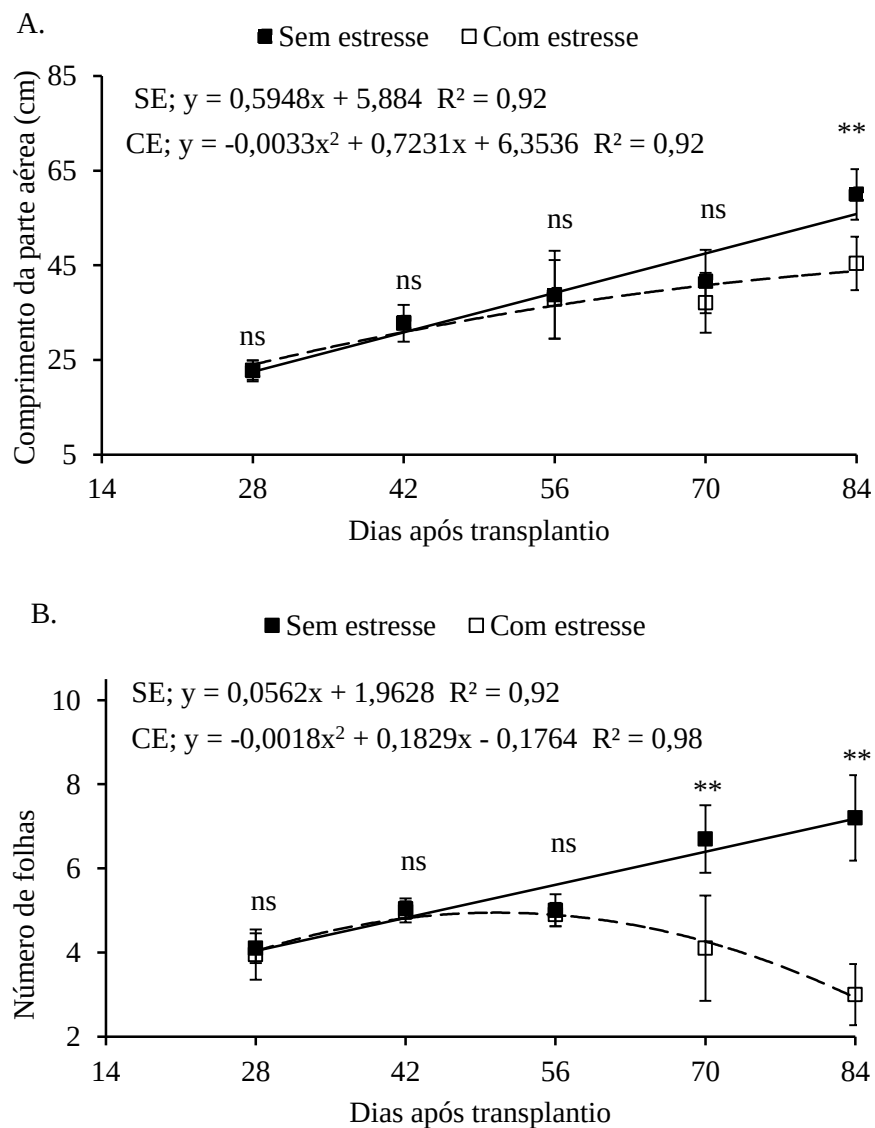


Figura 1 - Comprimento da parte aérea (A) e número de folhas (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Na condição sem restrição hídrica, foi observado comportamento linear ao longo do experimento para NF, obtendo-se 7 folhas, ao passo que na condição com restrição hídrica foi observado comportamento polinomial, obtendo-se 3 folhas, aos 84 dias após o transplantio (FIGURA 1B). Pode ser inferido que em condição de restrição hídrica houve senescência das folhas de *Erythrina velutina*, haja vista esta ser uma espécie caducifólia.

Em plantas caducifólias ocorre um fenômeno de queda das folhas quando estas sofrem efeito de estresse, sendo uma estratégia de escape, revelando tolerância que pode variar entre espécies, observado em *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Auxemma onocalyx*, *Caesalpinia férrea*, *Calliandra spinosa*, e *Tabebuia caraíba* (DOMBROSKI et al., 2011), além de *Artocarpus heterophyllus* e *Annona squamosa* (RODRIGUES et al., 2010).

Na condição de déficit hídrico, mudas de *Azadirachta indica* diminuíram o NF sendo sugerido que para o máximo crescimento, na fase inicial de desenvolvimento, seja irrigado com 80% da capacidade de campo (MARTINS et al., 2010). Podendo ser afetadas para esta variável imediatamente após o início da aplicação da deficiência hídrica, como ocorreu com mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* (MARTINS et al., 2008).

Para DC, não houve diferença entre os tratamentos aos 56 dias após o transplantio, nas quais os valores médios foram 6,42; 8,54 e 8,99 mm, ao passo que as mudas na condição sem estresse hídrico foram superiores em 21% e 25%, em comparação com as mudas na condição de estresse hídrico, aos 70 e 84 dias após o transplantio, respectivamente (FIGURA 2A).

Em mudas de *Guazuma ulmifolia* e *Caesalpinia férrea*, foram observados maiores valores de DC com a maior de disponibilidade de água em diferentes regimes hídricos (SCALON et al., 2011; LENHARD et al., 2010). Resultado diferente foi observado em trabalho avaliando mudas de *Qualea grandiflora*, em diferentes regimes de hídricos, em que os autores não observaram efeito de estresse hídrico sobre o DC quando em 12,5% da capacidade de campo (VIEIRA; GOMES, 2011). E, no entanto, nas mudas de *Azadirachta indica* sob diferentes regimes hídricos, chegaram a concluir que o déficit hídrico diminuiu o DC (MARTINS et

al., 2010). Assim, como no caso de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* (MARTINS et al., 2008), foi observado que para AF não houve efeito significativo entre os tratamentos, aos 56 dias após o transplântio, em que os valores médios foram 739,81; 1513,76 e 2856,35 cm², porém aos 70 e 84 dias após o transplântio houve diferença estatística entre tratamentos, sendo que na condição sem restrição hídrica, os valores foram superiores em 115% e 383%, em comparação as produzidas com restrição hídrica, respectivamente (FIGURA 2B).

O fechamento estomático em resposta ao déficit hídrico no solo é mais rápido nas espécies perenes afetando o crescimento das mudas, verificado em *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, avaliadas em solo com deficiência hídrica (MARTINS et al., 2008).

A primeira e mais sensível resposta ao déficit hídrico de uma planta é a diminuição da turgescência e, associada a este evento está a diminuição do processo de crescimento em extensão da planta, a inibição desse crescimento em extensão provoca uma diminuição da área foliar (LARCHER, 2006).

A área foliar é maior com a maior disponibilidade hídrica do solo, ou seja, com 100% da capacidade de campo para mudas de *Qualea grandiflora* (VIEIRA; GOMES, 2011), *Guazuma ulmifolia* (SCALON et al., 2011), e *Azadirachta indica* (MARTINS et al., 2010).

Foi observado que para MSC não houve efeito significativo entre os tratamentos, aos 56 e 70 dias após o transplântio, com valores médios de 0,52; 2,71; 4,37 e 11,42 g. No entanto, aos 84 dias após o transplântio, houve diferença, sendo as mudas sem restrição hídrica, superiores em 91%, em comparação com restrição hídrica (FIGURA 3A).

Pode-se observar que para ambos os tratamentos houve comportamento polinomial ao longo do experimento, obtendo-se 23,88 g de na condição sem restrição hídrica, e o valor de 13,12 g na condição com restrição hídrica, para MSC, aos 84 dias após o transplântio (FIGURA 3A).

Para o máximo crescimento, na fase inicial de desenvolvimento, se faz necessário que sejam irrigadas entre 75% e 80% da capacidade de campo as mudas de *Azadirachta indica* (MARTINS et al., 2010), e de *Schinus terebinthifolius*

(SILVA et al., 2008), pois a diminuição da MSC está correlacionada ao déficit hídrico.

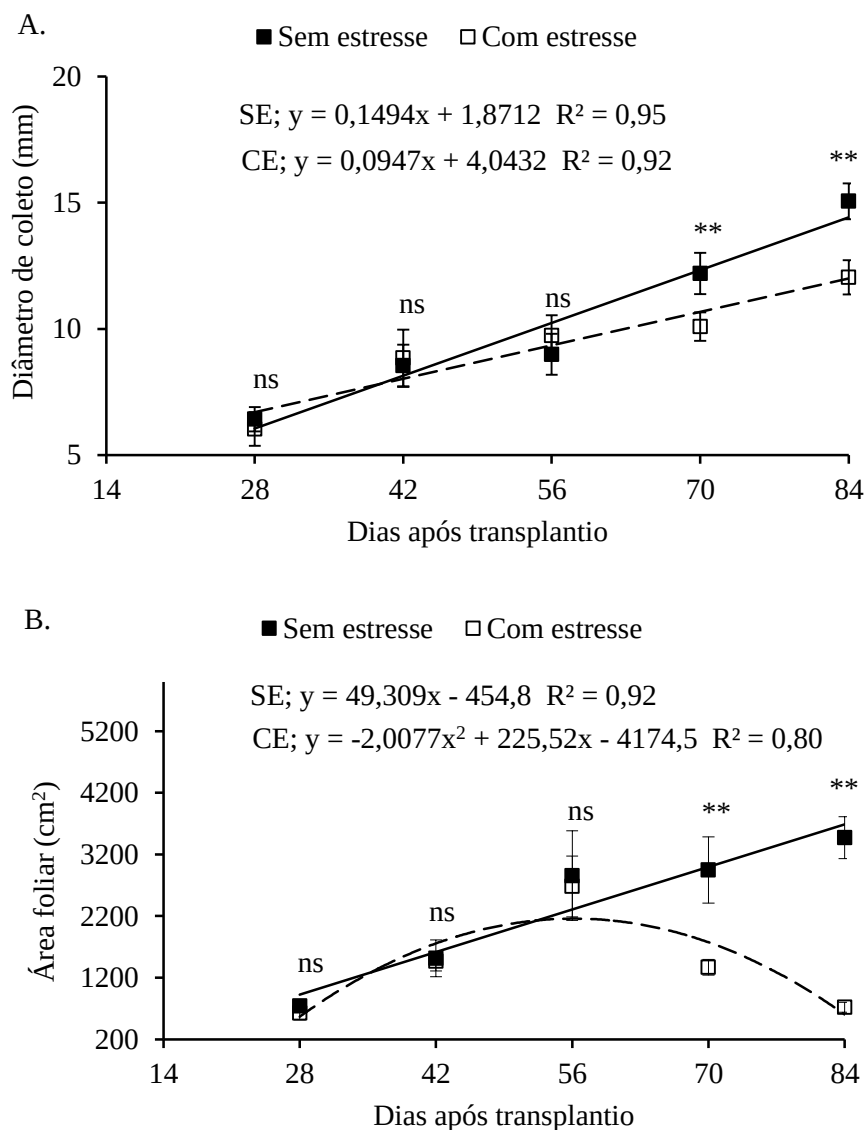


Figura 2 – Diâmetro de coleto (A) e área foliar (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFRSA, 2014.

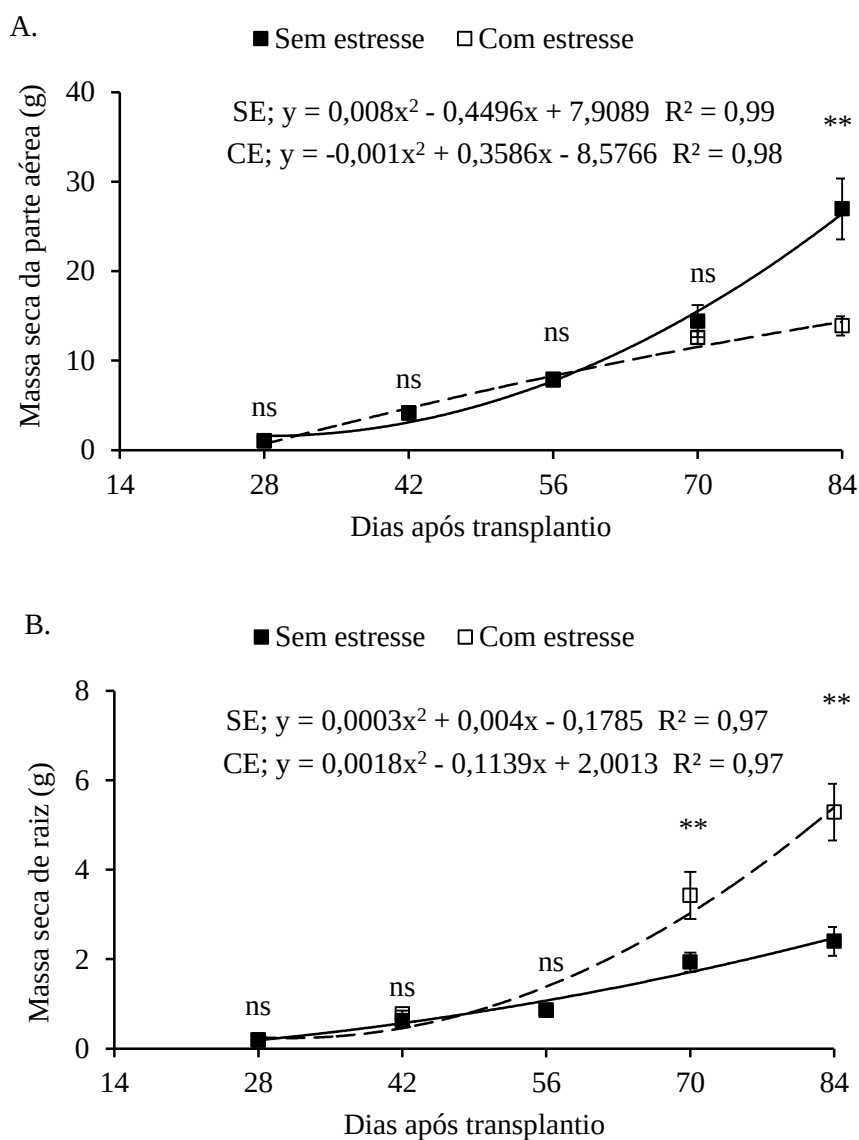


Figura 4 – Massa seca da parte aérea (A) e massa seca de raiz (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Observa-se que para MSF não houve efeito significativo, aos 56 e 70 dias após o transplantio, com valores médios de 0,53; 1,42; e 3,44g para os tratamentos,

porém aos 70 e 84 dias após o transplântio, as mudas na condição sem restrição hídrica, foram superiores em 95% e 124% as produzidas com restrição hídrica (FIGURA 3B).

Em ambos os tratamentos houve comportamento polinomial ao longo do experimento para MSF, obtendo-se 2,71g de na condição sem restrição hídrica, e 0,67g na condição de com restrição hídrica, aos 84 dias após o transplântio (FIGURA 3B).

A produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* (SILVA et al., 2008) e de *Azadirachta indica* (MARTINS et al., 2010) pode ser afetada quanto ao crescimento e desenvolvimento de forma a diminuir o MSF sob estresse hídrico.

Para MSPA, não houve efeito significativo aos 56 e 70 dias após o transplântio, com valores de 1,05; 4,13; 7,80 e 14,42g. A exceção foi aos 84 dias após o transplântio, em que na condição sem restrição hídrica, as mudas foram superiores em 94% em relação às produzidas com restrição hídrica (FIGURA 4A).

Em ambos os tratamentos houve comportamento polinomial ao longo do experimento para MSPA, obtendo-se 26,59g de na condição sem restrição hídrica, e o valor de 14,49g na condição com restrição hídrica, aos 84 dias após o transplântio (Figura 4A).

Comportamento semelhante foi observado em mudas de *Guazuma ulmifolia* ao ser avaliado o estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial (SCALON et al., 2011), e avaliando o desenvolvimento inicial de mudas de *Qualea grandiflora* em diferentes regimes hídricos (VIEIRA; GOMES, 2011) verificou-se que a MSPA foi maior com a maior disponibilidade de água.

Foi observado que para MSR não houve efeito significativo, aos 56 dias após o transplântio, entre os tratamentos, com valores médios de 0,20; 0,63 e 0,86g. Porém, aos 70 e 84 dias após o transplântio houve diferença, sendo que na condição sem restrição hídrica, os valores foram inferiores em 44% e 55% em relação às mudas produzidas com restrição hídrica, respectivamente (FIGURA 4B).

Pode ser observado que em ambos os tratamentos houve comportamento polinomial ao longo do experimento para MSR, obtendo-se 2,27g na condição sem

restrição hídrica, e o valor de 5,13g na condição de com restrição hídrica, aos 84 dias após o transplântio (FIGURA 4B).

Comportamento semelhante foi observado pelos autores que avaliaram o estresse hídrico no crescimento inicial de mudas *Guazuma ulmifolia* e verificaram que a MSR foi maior com a menor disponibilidade de água (SCALON et al., 2011). Em trabalho avaliando o desenvolvimento inicial de plantas de *Qualea grandiflora*, em diferentes regimes hídricos, verificou-se que a MSR foi maior com 50% e 12,5% da capacidade de campo do solo (VIEIRA; GOMES, 2011).

Porém, Martins et al. (2010), estudando o crescimento de plantas jovens de *Azadirachta indica* sob diferentes regimes hídricos, chegaram a concluir que o déficit hídrico diminuiu a MSR das plantas nos tratamentos mais severos, sendo sugerido que para máximo crescimento, na fase inicial de desenvolvimento, seja irrigado com 80% da capacidade de campo. Também foi observado que mudas de *Schinus terebinthifolius* obteve maior valor para MSR em regime hídrico com 75% da capacidade de campo (SILVA et al., 2008).

Para MSPR, foi observado que não houve efeito significativo, aos 56 dias após o transplântio, com valores médios de 5,43; 6,64 e 9,09. Porém, aos 70 e 84 dias após o transplântio, as mudas na condição sem restrição hídrica, foram superiores em 101% e 326% em comparação as mudas na condição de com restrição hídrica, respectivamente (FIGURA 5A).

Ocorreu comportamento polinomial, para ambos os tratamentos, sendo obtidos valores de 10,41 e 1,90 para MSPR, aos 84 dias após o transplântio (FIGURA 5A).

Na condição com restrição hídrica, a muda investiu maior quantidade de fotoassimilados para o desenvolvimento radicular em detrimento da parte aérea, tendo como consequência a redução do crescimento, provavelmente como estratégia de busca de umidade para manutenção.

Scalon et al. (2011) avaliaram o efeito do estresse hídrico no crescimento inicial de mudas *Guazuma ulmifolia* e verificaram que a MSPR foi maior na maior disponibilidade de água. No entanto, foi observada uma maior razão média parte subterrânea/parte aérea em massa seca para o tratamento estresse severo,

evidenciando uma maior alocação de recursos nas raízes, em trabalho avaliando o desenvolvimento inicial de plantas de *Qualea grandiflora*, em diferentes regimes de hídricos (VIEIRA; GOMES, 2011).

Foi observado que não houve efeito significativo para MST, aos 56 e 70 dias após o transplântio, com valores médios de 1,25; 4,76; 8,66 e 16,35g. Porém, aos 84 dias, as mudas na condição sem restrição hídrica, foram superiores em 53% em comparação as mudas na condição com restrição hídrica (FIGURA 5B).

Pode ser observado que, para MST houve comportamento polinomial ao longo do experimento na condição sem restrição hídrica, obtendo-se 28,86g, ao passo que na condição de com restrição hídrica houve comportamento linear, obtendo-se 19,43g, aos 84 dias após o transplântio, em ambos os tratamentos (FIGURA 5B).

Martins et al. (2010), estudando o crescimento de plantas jovens de *Azadirachta indica* sob diferentes regimes hídricos, chegaram a concluir que o déficit hídrico diminuiu a MST das plantas nos tratamentos mais severos, sendo sugerido que para máximo crescimento, na fase inicial de desenvolvimento, seja irrigado com 80% da capacidade de campo.

A primeira e a mais sensível resposta ao déficit hídrico é a diminuição do processo de crescimento, comprometendo os eventos subsequentes que se desenvolvem de maneira gradual (LARCHER, 2006).

Não foi observada diferença significativa para RAF, aos 56 dias após o transplântio, sendo os valores médios de 706,38; 366,81 e 366,08 cm² g⁻¹. No entanto, as mudas na condição sem restrição hídrica foram superiores em 88% e 149%, em comparação às na condição com restrição hídrica, aos 70 e 84 dias após o transplântio, respectivamente (FIGURA 6A).

Pode-se inferir que as diferenças encontradas na área foliar não foram suficientes para causar alterações na RAF, uma vez que a redução da área foliar foi acompanhada por reduções de mesma proporção na matéria seca das folhas e total.

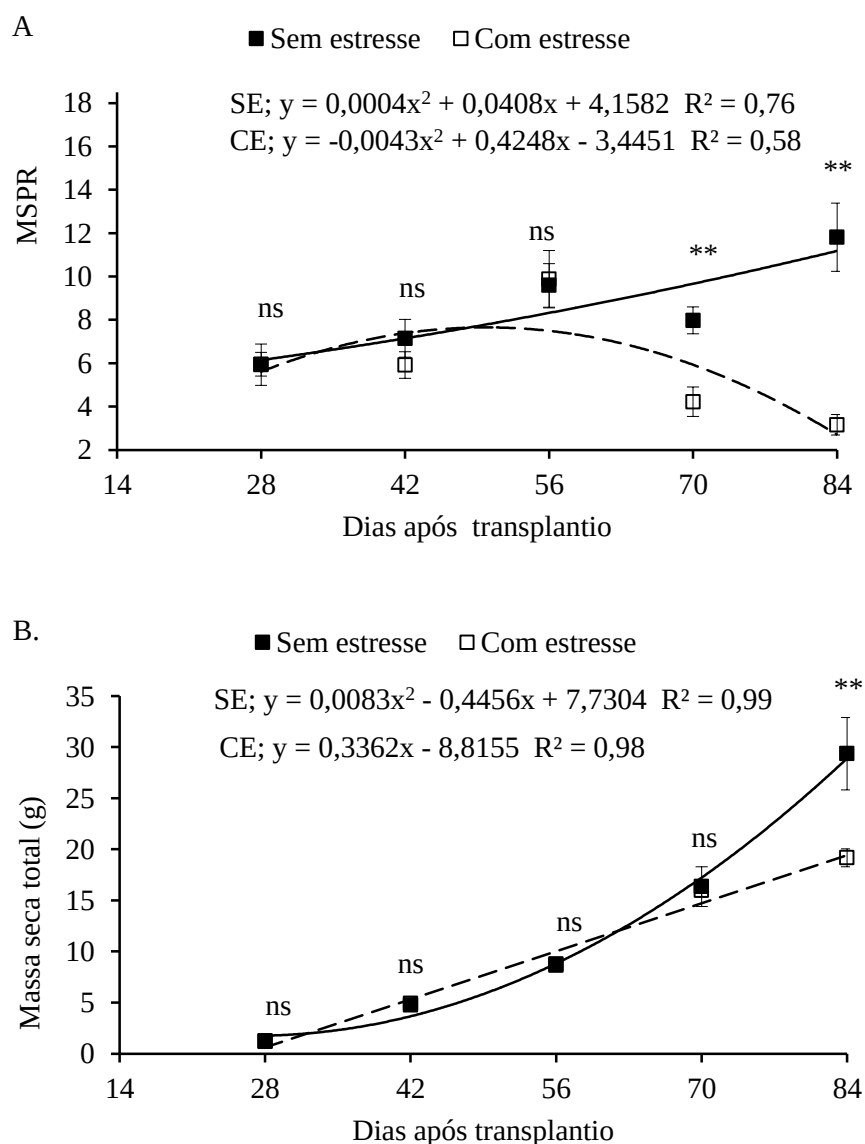


Figura 5 – Relação massa seca da parte aérea e raiz (A) e massa seca total (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Houve comportamento polinomial para ambos os tratamentos, obtendo-se os valores de 144,08 e 48,35 cm² g⁻¹, das mudas na condição sem restrição hídrica e nas com restrição hídrica, aos 84 dias após o transplântio, para RAF, respectivamente (FIGURA 6A).

A RAF expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo a relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e CO₂ e a massa seca total, resultado da fotossíntese, sendo esse um componente morfofisiológico (BENINCASA, 2003). Os resultados demonstram que a área foliar útil para a fotossíntese no caso das mudas de mulungu em condição de irrigação diária foi maior aos 70 e 84 dias após o transplântio, sendo assim, a área foliar eficiente na interceptação da energia luminosa e dióxido de carbono, refletindo em ganho de biomassa.

A RAF foi maior nas mudas de *Guzuma ulmifolia* com 100% capacidade de campo. Esses resultados podem ser devidos à maior área foliar e à maior abertura dos ostíolos, que propiciaram uma maior taxa fotossintética, logo uma maior produção de fotoassimilados, uma vez que folhas com maior abertura estomática podem absorver melhor o CO₂ atmosférico e fotossintetizar melhor (SCALON et al., 2011).

Para RPF, não foi observada diferença significativa aos 28, 42 e 56 dias após transplântio, sendo os valores médios 1,99; 2,91 e 2,28. Por outro lado, as mudas na condição sem estresse hídrico foram inferiores em 40% e 12%, em comparação as na condição de estresse hídrico, aos 70 e 84 dias após o transplântio, respectivamente (FIGURA 6B).

Em ambas as condições de produção de mudas, houve comportamento polinomial, obtendo-se os valores de 9,14 e 11,22 das mudas na condição sem estresse hídrico e nas com estresse hídrico, 84 dias após transplântio, respectivamente, para RPF (FIGURA 6B).

Considerando que as folhas são a fonte (centro de produção de matéria seca) e que os drenos dependem da exportação dos açúcares produzidos nas folhas (BENINCASA, 2003), a RPF das mudas de mulungu expressa fração de matéria seca retida nas folhas e não exportada para os demais órgãos.

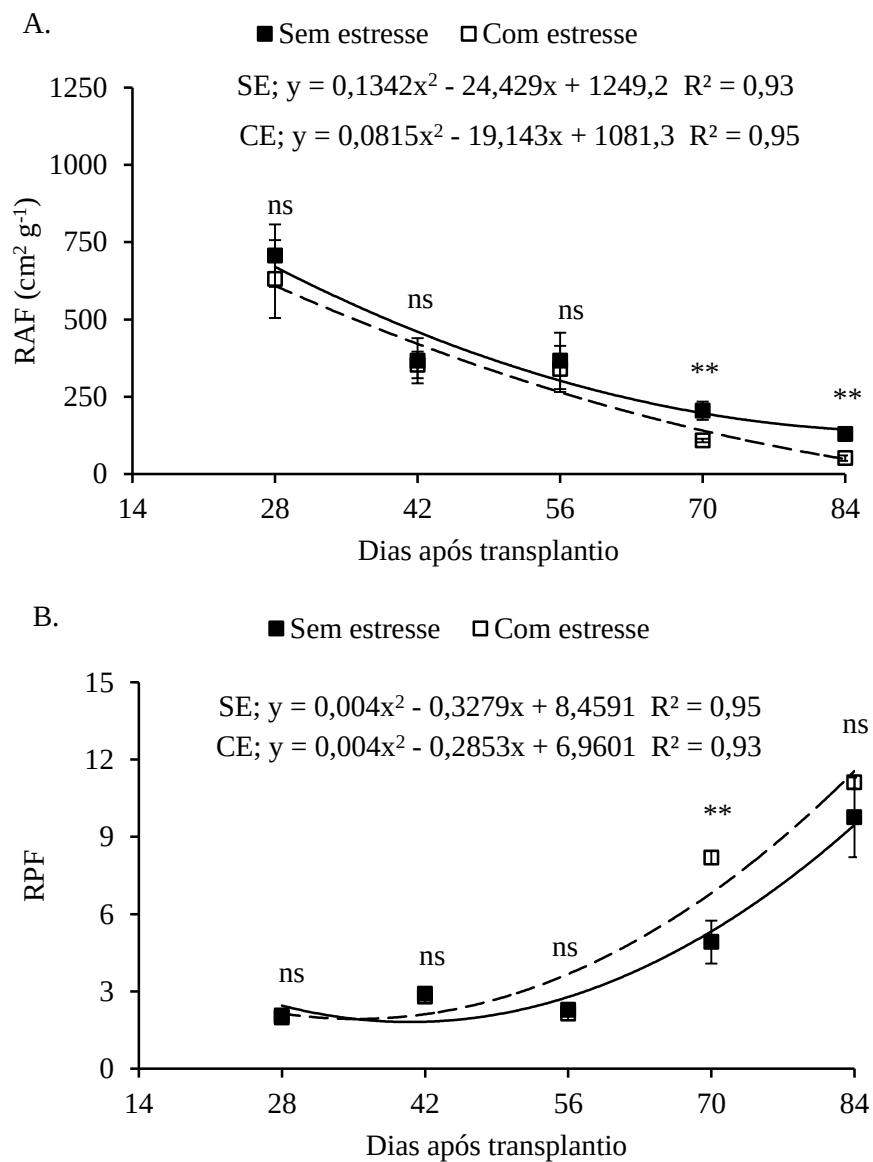


Figura 6 – Razão de área foliar (A) e razão de peso foliar (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Diferentemente do resultado encontrado para mulungu, em trabalho avaliando mudas de *Caesalpinia ferrea*, os autores observaram que a RPF apresentou diminuição gradativa no decorrer do tempo em todos os tratamentos, apresentando principalmente, diminuição acentuada sob estresse hídrico (LENHARD et al., 2010).

Não foi observada diferença significativa para AFE, aos 56 e 70 dias após o transplantio, sendo os valores médios 1397,77; 1067,37; 845,46 e 1008,69 cm² g⁻¹. Por outro lado, na condição sem restrição hídrica, as mudas foram superiores em 119%, em comparação as na condição com restrição hídrica, aos 84 dias após o transplantio (FIGURA 7A).

Houve comportamento polinomial, em ambos os tratamentos para AFE, obtendo-se os valores de 1273,95 e 647,47 cm² g⁻¹, das mudas na condição sem restrição hídrica e nas com restrição hídrica, 84 dias após o transplantio, respectivamente (FIGURA 7A).

Em condição com restrição hídrica, no final do experimento, os valores de AFE foram menores que RAF, podendo ser devido à baixa composição interna das células do mesófilo.

A AFE é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico e a massa, componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição interna (número e tamanho) das células do mesófilo. Infere-se daí que o inverso da AFE reflete a espessura das folhas (BENINCASA, 2003).

Em mudas de *Azadirachta indica*, as diferenças encontradas na AF não foram suficientes para causar alterações na AFE, uma vez que a redução da AF foi acompanhada por reduções de mesma proporção na matéria seca das folhas e total (MARTINS et al., 2010).

Foi inferido que mudas de *Azadirachta indica* não conseguem manter a produção de matéria seca quando tem sua área foliar reduzida (MARTINS et al., 2010).

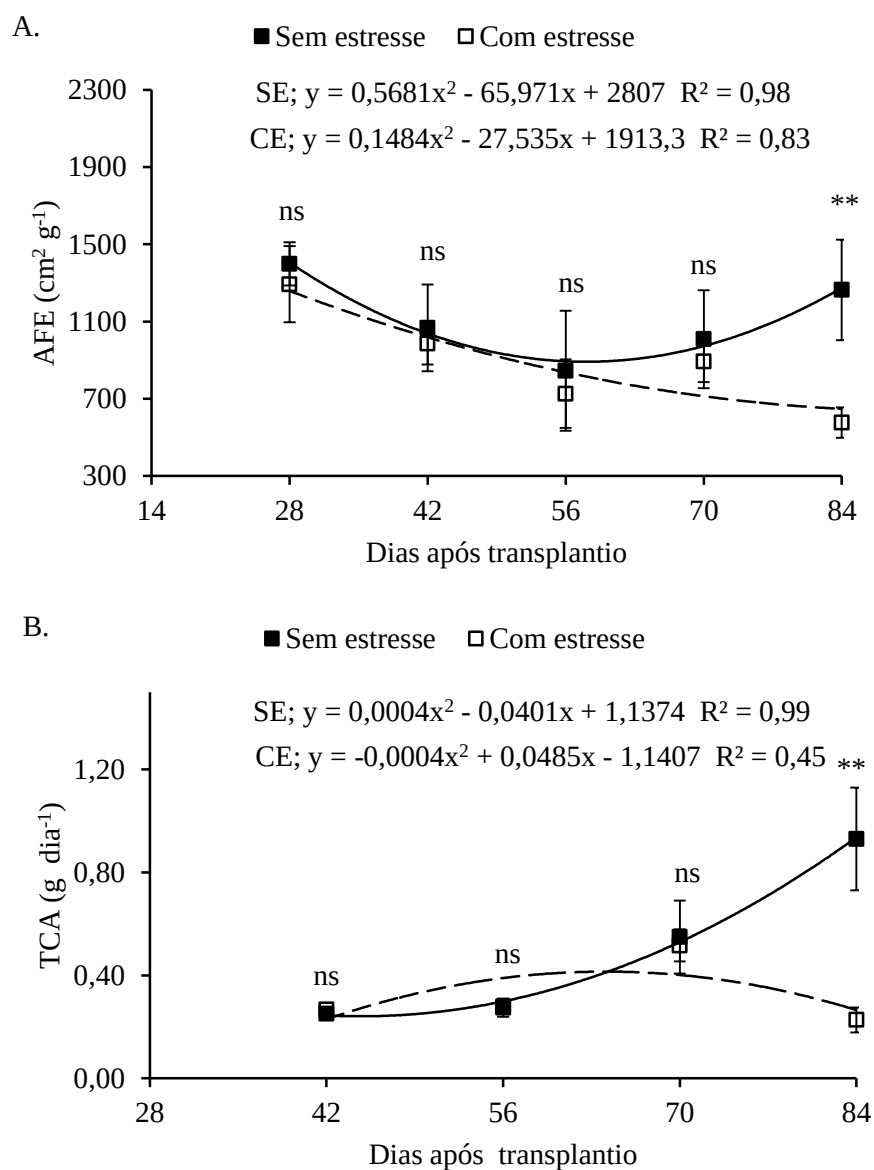


Figura 7 – Área foliar específica (A) e taxa de crescimento absoluto (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

Para TCA, não foi observada diferença significativa aos 56 e 70 dias após o transplântio, sendo os valores médios 0,28 e 0,55 g dia⁻¹. Por outro lado, na condição sem restrição hídrica, as mudas foram superiores em 310%, em comparação as na condição com restrição hídrica, aos 84 dias após o transplântio (FIGURA 7B).

Houve comportamento polinomial, em ambos os tratamentos para TCA, obtendo-se os valores de 0,59 e 0,11 g dia⁻¹, das mudas na condição sem restrição hídrica e nas com restrição hídrica, 84 dias após o transplântio, respectivamente (FIGURA 7B).

A TCA pode ser usada para se ter ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 2003).

Não foi observada diferença significativa para TCR, aos 56 e 70 dias após o transplântio, sendo os valores médios de 0,043 e 0,045 g g⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Porém, aos 84 dias após o transplântio, na condição sem estresse, as mudas foram superiores em 224% as na condição com restrição hídrica (FIGURA 8A).

Houve comportamento polinomial, em ambos os tratamentos, para TCR, obtendo-se os valores de 0,0225 e 0,0202 g g⁻¹ dia⁻¹, na condição sem restrição hídrica e nas com restrição hídrica, aos 84 dias após o transplântio, respectivamente (FIGURA 8A).

A TCR é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com seu tamanho inicial (BENINCASA, 2003).

Os valores para TCR foram maiores nas mudas de *Guzuma ulmifolia* com 100% capacidade de campo (SCALON et al., 2011).

Para TAL, não foram observados diferenças significativas entre os tratamentos, sendo os valores médios de 0,00023; 0,00013; 0,00019 e 0,00029 g cm² dia⁻¹ (FIGURA 8B).

Comportamento polinomial foi observado para TAL, em ambos os tratamentos, obtendo-se os valores de 0,00033 e 0,00024 g cm² dia⁻¹, na condição sem restrição hídrica e nas com restrição hídrica, aos 84 dias após o transplântio, respectivamente (FIGURA 8B).

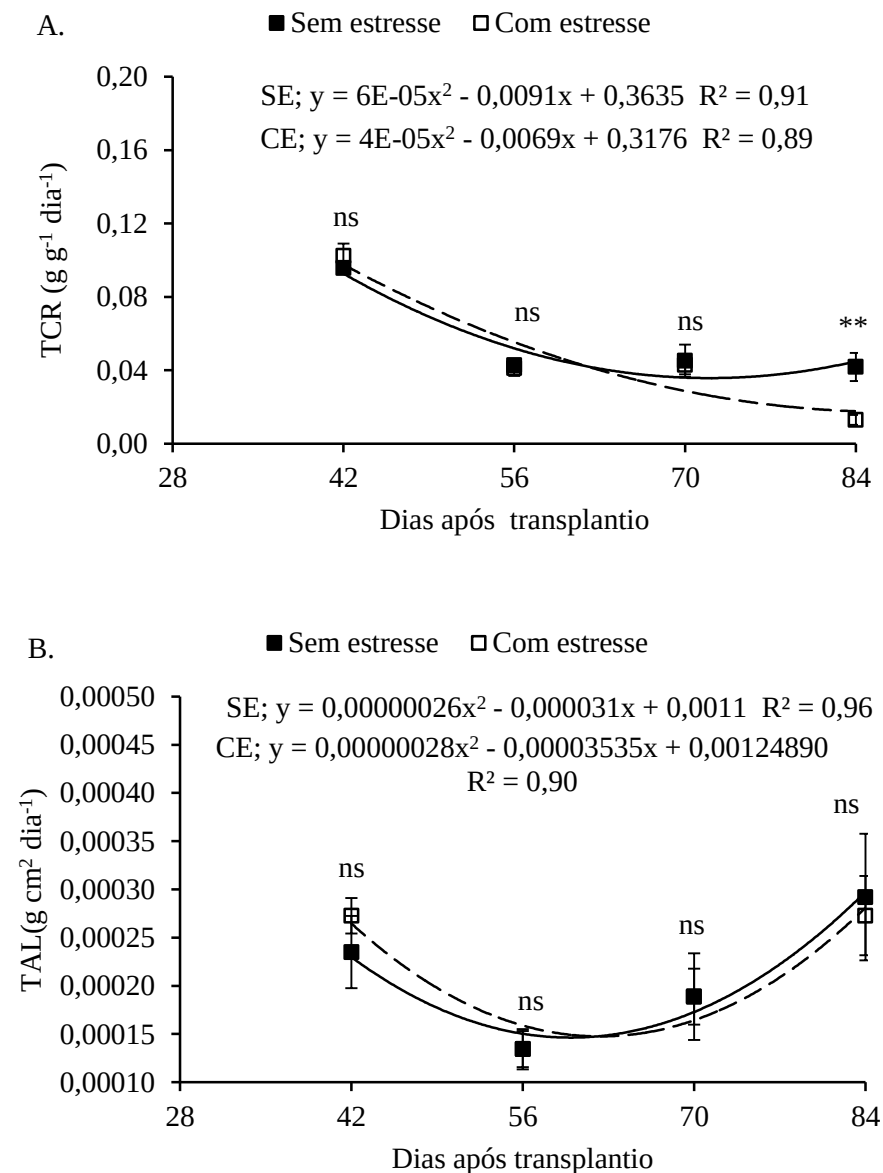


Figura 8 – Taxa de crescimento relativo (A) e taxa assimilatória líquida (B) de *Erythrina velutina* conduzidas sem ou com estresse hídrico. As barras verticais representam os intervalos de confiança das médias ao nível de 5% de probabilidade. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as médias em uma mesma data ao nível de 1% (**), 5% (*) ou ausência de diferença (ns). Mossoró, UFERSA, 2014.

A TAL expressa a taxa de fotossíntese líquida em termos de matéria seca produzida por unidade de área foliar. Dessa forma, indica a eficiência das folhas para produção de biomassa (BENINCASA, 2003).

A TAL foi maior nas mudas de *Guzuma ulmifolia* com 100% de capacidade de campo, sem restrição hídrica, ocorre a maior área foliar e a maior abertura dos ostíolos, que propiciaram uma maior taxa fotossintética. Logo, ocorre maior produção de fotoassimilados, de vez que folhas com maior abertura estomática podem absorver melhor o CO₂ atmosférico e fotossintetizar melhor (SCALON et al., 2011).

5.6 CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho, foi possível concluir que as mudas de *Erythrina velutina*, em geral, foram afetadas pela restrição hídrica à qual foram submetidas.

5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município Semi-árido Nordeste**. Mossoró, Escola Superior de Agricultura de Mossoró. 1991, 121p.

CARVALHO, P. E. R. **Mulungu (*Erythrina velutina*)**. Embrapa: Circular técnica 160. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8p.

DOMBROSKI, J. L. D.; PRAXEDES, S. C.; FREITAS, R. M. O.; PONTES, F. M. Water relations of Caatinga trees in the dry season. **South African Journal of Botany**, v. 77, p. 430-434, 2011.

FEREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB, Departamento de Engenharia Agrícola, 22p. 2000.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2010.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006.

LENHARD, N. R.; SCALON, S. P. Q.; NOVELINO, J. O. Crescimento inicial de mudas de pau ferro (*Caesalpinia ferreamart.ex tul. var. Leiostachya benth.*) sob diferentes regimes hídricos. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 870-877, 2010.

LOPES, J. L.W.; GUERRINI, I. A.; SILVA, M. R.; SAAD, J. C. C.; LOPES, C. R. Estresse hídrico em plantio de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, em função do solo, substrato e manejo hídrico de viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 1, p. 31-39, 2011.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 577p.

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C.; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A.; Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1297-1306, 2008.

MARTINS, M. O.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, M. G. Crescimento de plantas jovens de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. - MELIACEAE) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.

MATHEUS, M. T.; GUIMARÃES, R. M.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S. Superação da dormência em sementes de duas espécies de *Erythrina*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 48-53, 2010.

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidade**. 1ª Ed. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009. 340p.

MOURA, M. R.; LIMA, R. P.; FARIAS, S. G. G.; ALVES, A. R.; SILVA, R. B. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 230-235, 2011.

OLIVEIRA, M. S. G.; AQUINO, A. B.; SILVA, D. L.; AQUINO, P. G. V.; SANTOS, M. S.; PORFÍRIO, A. P. R.; SANT'ANA, A. E. G.; SANTOS, B. V. O.; ALEXANDRE-MOREIRA, M. S.; ARAÚJO-JÚNIOR, J. X. Antinociceptive and anti-inflammatory activity of hydroalcoholic extracts and fractions from *Erythrina mulungu*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 22, n. 1, p. 157-161, 2012.

RODRIGUES, B. M.; SOUZA, B. D.; NOGUEIRA, R. M.; SANTOS, M. G. Tolerância ao déficit hídrico em plantas jovens de jaqueira e pinheira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 245-252, 2010.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011.

SILVA, M. A. V.; NOGUEIRA, R. J. M.; OLIVEIRA, A. F. M.; SANTOS, V. F. Resposta estomática e produção de matéria seca em plantas jovens de aroeira submetidas a diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 335-344, 2008.

TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SILVA, J. O.; SILVA, P. G.; SILVA, F. H.; SOUSA, M. C.; CANEDO, S. C. Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia macrophylla* king sob efeito de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 91-98, 2013.

VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 4, p. 651-663, 2008.

VIEIRA, E. A.; GOMES, A. S. Desenvolvimento inicial de plantas jovens de pau-terra-do-cerrado sob diferentes regimes hídricos. **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, v. 2, n. 1, p. 58-65, 2011.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos ecofisiológicos com mudas de espécies arbóreas são necessários para a produção de mudas, haja vista a carência de conhecimento sobre o comportamento das espécies arbóreas, em especial nativas, em diferentes biomas nacionais, em particular da Caatinga. É fundamental o engajamento na busca do conhecimento ecofisiológico destas para a recuperação de áreas degradadas ou que sofreram algum tipo de perturbação.

Os resultados obtidos nesta pesquisa auxiliarão nos programas de revegetação com espécies nativas. Por ser a *Erythrina velutina* uma espécie com atributos de interesse econômico, social e ambiental, faz-se necessário conhecer efetivamente seu comportamento mediante diversas situações de cultivo, por exemplo: exposição ao sol, substratos, regime hídrico adequado, dentre outros contextos.

Percebe-se, com os resultados obtidos nos quatro experimentos a fim de estudar a ecofisiologia de mudas de *Erythrina velutina*, que se obtêm os maiores valores dos parâmetros de crescimento em 50% de sombreamento, substratos orgânicos (Substrato 1 - Solo de Mossoró-RN + esterco bovino (20%) e Substrato 2 - Solo de Angicos-RN + esterco bovino (20%)); substratos orgânico-minerais (Substrato 2 - arisco + esterco bovino (20%); e Substrato 5 - arisco + superfosfato simples (300 g m^{-3}) + micronutrientes (50 g m^{-3}) + esterco bovino (20%)), e sem restrição hídrica.

Embora neste trabalho se tenha obtido efetivo conhecimento ecofisiológico de mudas de *Erythrina velutina*, sugere-se fazer mais experimentos em outras situações de produção, especialmente por período de avaliação do crescimento de mudas com prolongamento de dias após o transplântio ou semeadura direta, além de estudo da evolução do grupo sucessional desta com outras espécies nativas.