



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

JÉSSICA DA SILVA XAVIER

**INFLUÊNCIA DA RESTRIÇÃO HÍDRICA NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS
DE MULUNGU**

Serra Talhada - PE

2024

JÉSSICA DA SILVA XAVIER

**INFLUÊNCIA DA RESTRIÇÃO HÍDRICA NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS
DE MULUNGU**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharela em
Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Raquele Mendes
de Lira

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Luzia Ferreira da
Silva

Serra Talhada - PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi - CRB-4 809

X3i Xavier, Jéssica da Silva.

Influência da restrição hídrica no crescimento inicial de mudas de mulungu / Jéssica da Silva Xavier. – Serra Talhada, 2024.

38 f.; il.

Orientador(a): Raquele Mendes de Lira.

Co-orientador(a): Luzia Ferreira da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica Serra Talhada - UAST, Bacharelado em Agronomia, Serra Talhada, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Mulungu. 2. Reflorestamento. 3. Plantas de caatinga. 4. Viveiros 5. Cultivos agrícolas. I. Lira, Raquele Mendes de, orient. II. Silva, Luzia Ferreira da, coorient. III. Título

CDD 630

JÉSSICA DA SILVA XAVIER

**INFLUÊNCIA DA RESTRIÇÃO HÍDRICA NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS
DE MULUNGU**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharela em
Agronomia.

Aprovado em: 24/09/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Raquele Mendes de Lira (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Luzia Ferreira da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Luciana Sandra Bastos de Souza
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

O bioma Caatinga vem sofrendo muitas perdas na sua biodiversidade, devido as ações antrópicas negativas que causam desequilíbrio ao meio ambiente. Em ambientes secos, em que plantas estão sob diferentes estresses, especialmente quando relacionados à falta de água, são necessárias modificações estruturais na espécie vegetal. As espécies nativas são adaptadas as condições semiáridas, porém esta ação é muito lenta podendo levar décadas, com grandes chances de desertificação. À vista disso, este trabalho objetivou avaliar o desempenho inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina*) sob diferentes períodos de restrição hídrica. O experimento foi conduzido em um viveiro na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, e com duas réplicas. Os tratamentos foram 8, 16, 24 e 32 dias de supressão hídrica, além de um tratamento controle com irrigação diária. As seguintes variáveis foram analisadas a cada 8 dias: altura da planta, diâmetro do coleto, área foliar, número de folhas. Aos 62 dias após a emergência, as plantas foram coletadas e determinou-se o comprimento da raiz, massas fresca e seca da parte aérea, estes dados foram utilizados na determinação do índice de qualidade de Dickson. Os resultados demonstraram que a rega diária promoveu o crescimento nas mudas de mulungu e maior qualidade. Contudo, os tratamentos de restrição hídrica causaram um declínio linear nos valores analisados, acarretando na menor qualidade das mudas e maior tempo de permanência das plantas no viveiro, além de diminuir as chances de estabelecimento das plantas no ambiente sob constante adversidades.

Palavras-chave: *Erythrina velutina* Willd.; caatinga; reflorestamento; viveiro.

ABSTRACT

The Caatinga biome has been experiencing significant biodiversity losses due to negative anthropogenic actions that disrupt environmental balance. In arid environments, where plants face various stresses, particularly those related to water scarcity, structural modifications in plant species are required. Native species are adapted to semi-arid conditions, but this adaptation process is very slow, often taking decades and increasing the risk of desertification. In this context, this study aimed to evaluate the initial performance of mulungu seedlings (*Erythrina velutina*) under different periods of water restriction. The experiment was conducted in a nursery at the Serra Talhada Academic Unit, using a completely randomized design with five treatments, five repetitions, and two replicates. The treatments included 8, 16, 24, and 32 days of water suppression, in addition to a control treatment with daily irrigation. The following variables were analyzed every 8 days: plant height, stem diameter, leaf area, and number of leaves. At 62 days after emergence, the plants were collected to measure root length, fresh and dry shoot biomass, and these data were used to determine the Dickson quality index. The results showed that daily watering promoted growth and improved the quality of mulungu seedlings. However, the water restriction treatments caused a linear decline in the analyzed values, leading to lower seedling quality, longer time required in the nursery, and reduced chances of successful establishment in environments facing constant adversities.

Keywords: *Erythrina velutina* Willd.; Caatinga; reforestation; nursery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da casa de vegetação onde o experimento foi conduzido.	16
Figura 2 - Plântulas totalmente emergidas (A); mudas sob cobertura (B); e sementes escarificadas (C).	18
Figura 4 - Raízes cortadas (A); parte aérea cortada (B) e raiz com nódulos (C).	19
Figura 5 - Altura (cm) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.	22
Figura 6 - Área foliar (cm ²) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.	23
Figura 7 - Diâmetro do coleto (cm) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.	24
Figura 8 - Número de folhas das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.	25
Figura 9 - Massa fresca da parte aérea (g) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.	26
Figura 10 - Massa fresca da raiz (g) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.	26
Figura 11 - Massa seca da parte aérea (g) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.	27
Figura 12 - Massa seca da raiz (g) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.	28
Figura 13 - Representação do nível de qualidade das mudas de mulungu.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de solo da área experimental da UAST-UFRPE, Serra Talhada/PE.	17
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a AP, AF, DC, NF, CR, MFPA, MSPA, MFR, MSR e IQD para as plantas de mulungu, submetidas a diferentes períodos de restrição hídrica.	21
Tabela 3 - Teste de média para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) para as mudas submetidas ao estresse hídrico.	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 BIOMA CAATINGA	11
2.2. <i>Erythrina velutina</i> (MULUNGU) E SUA IMPORTÂNCIA	11
2.3 QUALIDADE DAS MUDAS	12
2.4. ESTRESSE HÍDRICO EM PLANTAS	13
3 OBJETIVOS	15
3. 1. OBJETIVO GERAL	15
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1. LOCALIZAÇÃO E CLIMA	16
4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	16
4.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	17
4.4. VARIÁVEIS ANALISADAS	19
4.5. ANÁLISE DE DADOS	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Em ambientes secos, em que plantas estão sob diferentes estresses, especialmente quando relacionados à falta de água, são necessários modificações estruturais na espécie vegetal (ACCIOLY, Aryane do Nascimento. **Estudos morfoanatômicos em folhas de espécies do semiárido brasileiro: uma visão ecológica**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.).

A Caatinga é um bioma, exclusivamente brasileiro, de clima semiárido, que apesar de seus longos períodos de estiagem possui ampla biodiversidade. Em especial, a espécie *Erythrina velutina* (Mulungu) que possui ampla distribuição por toda a Caatinga, apresenta resistência às condições de estresse próprias do semiárido, além de exibir a copa larga e crescimento rápido, sendo indicada para constituir a primeira fase do reflorestamento na recuperação de áreas degradadas (Pereira, 2011). Com isso, são induzidas mudanças anatômicas, morfológicas, celulares, bioquímicas e moleculares, que variam de acordo com a espécie em resposta ao estresse (Maia, 2004; Araújo, 2005; Silva *et al.*, 2010; Taiz *et al.*, 2021). A intervenção negativa do homem, extraindo os recursos naturais de forma inconsequente.

De acordo com Dordel *et al.* (2011) o desenvolvimento das espécies está diretamente relacionado a disponibilidade de água, principalmente no desenvolvimento e estabelecimento inicial da cultura. Campos de Sá *et al.* (2023) afirmam que tanto o excesso quanto a falta de água ocasionam estresse para a planta, sendo aquele devido a deficiência hídrica o mais comum, afetando a produtividade e a sobrevivência das espécies.

O incremento da produção de mudas para o reflorestamento, visando a qualidade das plantas cultivadas em viveiro dentro do menor tempo possível, ainda levando em consideração a robustez que a muda deverá adquirir para conseguir enfrentar as adversidades após o transplante em campo. No ambiente natural há variações de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, entre outros fatores, essas condições influenciam diretamente na sobrevivência da muda. Carneiro (1995) e Swaef *et al.* (2015), ressaltam a importância de um caule robusto, de maior diâmetro, que é possível ser mensurado através de indicadores de crescimento. Ambos os autores concordam que a razão entre a estatura vertical e o diâmetro do

caule devem ser a menor possível, assim demonstrando maior equilíbrio de crescimento e aptidão para estabelecer-se em campo.

As espécies vegetais respondem de modo diferente a uma mesma condição que lhe é submetida, esta pesquisa visa entender as mudanças que a espécie arbórea mulungu, irá apresentar em sua fase inicial sob estresse hídrico.

A região semiárida possui irregularidades na distribuição das chuvas, além das altas temperaturas, ademais as espécies vegetais que se encontram na Caatinga frequentemente enfrentam déficit hídrico durante todo o período anual. Ainda nos períodos chuvosos, compreendidos em apenas quatro meses do ano, os veranicos tornam necessária a convivência com esta condição natural (Souza *et al.*, 2023). O déficit hídrico interfere em todos os aspectos no que diz respeito ao crescimento e desenvolvimento da planta, condição que interfere diretamente na produção e no estabelecimento de mudas para o reflorestamento. Já que as plantas, quando submetidas ao transplântio para o campo acabam sofrendo com as condições adversas, em decorrência das altas temperaturas e baixa umidade, que reduz a capacidade de absorver água, pois o sistema radicular não cresce em velocidade o bastante para promover a absorção de água suficiente para corrigir a perda hídrica nas folhas por meio da transpiração (Kozlowski e Pallardy, 2002).

Em especial, a espécie *Erythrina velutina* (Mulungu) que possui ampla distribuição por toda a Caatinga, apresenta resistência às condições de estresse próprias do semiárido, além de exibir a copa larga e crescimento rápido, é indicada para constituir a primeira fase do reflorestamento na recuperação de áreas degradadas. Pertencente à família *Fabaceae*, é apta para recomposição de florestas, devido sua rusticidade, visando a proteção do solo e aumento de sua fertilidade, devido seu rápido estabelecimento no local (Costa, 2020).

O incremento da produção de mudas para o reflorestamento, visando a qualidade das plantas cultivadas em viveiro dentro do menor tempo possível, ainda levando em consideração a robustez que a planta deverá adquirir para conseguir enfrentar as adversidades após o transplântio em campo, é de suma importância. Existem poucos estudos que relacionam a espécie *E. velutina* à períodos de restrição hídrica, fatores climáticos comuns no semiárido brasileiro, os veranicos.

O mulungu, em sua fase inicial de crescimento, pode sofrer reduções consideráveis na produção de biomassa, devido o déficit hídrico, o que leva a maior tempo de viveiro. As espécies vegetais respondem de modo diferente a uma mesma

condição em que são submetidas. Diante disto, esta pesquisa visa qualificar as mudas desta espécie arbórea, durante sua fase inicial de crescimento sob supressão hídrica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BIOMA CAATINGA

Caracterizado por precipitações escassas e variáveis, o bioma Caatinga conta com chuvas oscilando entre 250 a 800 mm por ano de forma irregular, ademais as elevadas taxas de evapotranspiração e seca na região, com luminosidade e temperaturas diurnas elevadas, baixa umidade do ar, além de baixas amplitudes térmicas, onde as chuvas, geralmente, são concentradas em poucos meses do ano, enquanto os solos em sua maioria são rasos e com baixa capacidade de armazenamento de água, atenuando o déficit hídrico. (Lima, 1989; Zanella, 2014; Alves *et al.* 2020). Dessa maneira, as espécies vegetais que se encontram na Caatinga frequentemente enfrentam déficit hídrico durante todo o período anual.

Apesar do exposto, ao longo dos últimos anos, a Caatinga vem sendo duramente prejudicada pelo homem, em função do desmatamento, fundamentado na prática extrativista, cultivo em sequeiro e pecuária extensiva, desfavorecimento à sustentabilidade ambiental. A junção dessas ações realizadas pelo ser humano e os fenômenos naturais atrelados às alterações climáticas tornam o Semiárido vulnerável a ameaça de desertificação (Leal *et al.*, 2005; Cavalcante *et al.* , 2016; Demartelaere *et al.* 2021; Soares, 2023).

2.2. *Erythrina velutina* (MULUNGU) E SUA IMPORTÂNCIA

Pertencendo à família *Fabaceae*, o mulungu é uma leguminosa que está localizada na região semiárida do Nordeste brasileiro, e detém várias denominações, popularmente conhecida como mulungu, suinã, canivete, pau-de-coral, entre muitos outros (Macêdo *et al.*, 2018; Lorenzi e Matos, 2021 e Alves Junior *et al.* , 2016 *apud* Oliveira, 2023, p. 12). Na agroecologia a *E. velutina* é recomendada para recuperar matas ciliares e áreas degradadas, por demonstrar crescimento rápido, resistência a seca e rusticidade (Bento *et al.*, 2010). Segundo Costa (2020), esta espécie é apta para recomposição de florestas, visando a proteção do solo e aumento de sua fertilidade, devido seu rápido estabelecimento no local, ainda ressalta que o mulungu possui a capacidade de armazenar água em seu caule e raízes, característica presente em diversas espécies do semiárido.

O mulungu é dotado de espinhos por todo o caule, desde sua forma mais jovem como forma de proteção, possui comportamento decíduo durante o período mais seco do ano, perdendo suas folhas enquanto ocorre a floração exuberante. O porte desta espécie vegetal é variável, podendo atingir 15 m de altura e 80 cm de diâmetro do caule, quando medido a 1,30 m do solo (Ramalho, 2008; Ribeiro e Dantas, 2019).

A madeira é usada para a confecção de vários itens como jangadas, brinquedos e caixotaria, sendo uma madeira leve e macia. A árvore possui características de interesse ornamental, principalmente em época de floração, o que tem fomentado o seu uso no paisagismo. É conhecido o seu emprego na etnomedicina, sendo usada como sedativo e/ou calmante, reduzindo estresse, bem como ansiedade e depressão. Esses efeitos têm sido demonstrados por pesquisas científicas (Vasconcelos *et al.*, 2004 *apud* Ribeiro e Dantas, 2019).

Sua distribuição geográfica no Brasil ocorre naturalmente nos seguintes estados: Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (Nordeste); Minas Gerais (Sudeste); Paraíba (Norte) (Carvalho, 2008 *apud* Ribeiro e Dantas, 2019, p. 34).

2.3 QUALIDADE DAS MUDAS

O sucesso para estabelecer um projeto florestal é resultado, dentre tantos fatores, da qualidade das mudas desenvolvidas. Estas, além de suportarem às condições estressantes presentes no ambiente de campo, precisam desenvolver-se originando árvores com crescimento em volume desejável (Gomes *et al.*, 1991). As condições áridas quase sempre não permitem o estabelecimento de árvores, uma vez que as secas recorrentes minimizam suas chances de sobrevivência. As plantas ao serem submetidas ao transplante para o campo acabam sofrendo um grave choque fisiológico em decorrência da redução da capacidade de absorver água. Pois o sistema radicular não cresce em velocidade o bastante para promover a absorção de água suficiente para corrigir a perda hídrica nas folhas por meio da transpiração (Kozłowski e Pallardy, 2002).

É indispensável a avaliação dos indicadores de crescimento, pois são usados de forma assertiva para qualificar mudas em viveiros. Para este propósito, o Índice de Qualidade de Dickson é amplamente usado visando a praticidade e a precisão, considerando o vigor e o equilíbrio da repartição da fitomassa na planta. Segundo

Dickson, Leaf e Hosner (1960 apud Avelino *et al.*, 2021, p. 8), para avaliar a qualidade da muda deve-se levar em consideração a relação entre os variados indicadores de crescimento, como estatura da planta, diâmetro do caule/coleto, massa seca da parte aérea, do sistema radicular e a fitomassa total. Estas características morfológicas, quando consideradas em conjunto minimizam possíveis erros, sobretudo a observação da relação dos indicadores, que devem ser maiores que o valor de referência 0,20, determinado por Dickson e colaboradores (1960), que corresponde a uma muda de boa qualidade. Portanto quanto maior for o valor do índice, melhor será a qualidade da muda cultivada.

Avelino *et al.* (2021) aponta que o fato de as mensurações serem de forma destrutiva, o uso da fórmula do Índice de Qualidade de Dickson em viveiros que visam a produção de espécies florestais, se torna complicado quando se trata de espécies nativas. Ademais, os autores destacam que os resultados encontrados na literatura são variáveis para a determinação da qualidade.

2.4. ESTRESSE HÍDRICO EM PLANTAS

Plantas com habilidades de persistir e produzir em circunstâncias de baixa disponibilidade de água são classificadas como tolerantes à seca, sob a ótica ecofisiológica, a tática desenvolvida pelas plantas que habitam em ambiente estressante não é maximizar a produtividade, e sim o encontro do equilíbrio entre a produtividade e a sobrevivência. O déficit hídrico interfere em todos os aspectos no que diz respeito ao crescimento e desenvolvimento e estimula adaptações na fisiologia e morfologia em resposta ao ambiente estressante (Larcher, 2004; Silva *et al.*, 2009).

Em ambientes áridos e semiáridos, onde os períodos de seca podem chegar até 10 meses por ano, ocorre alterações morfológicas, anatômicas, bioquímicas e fisiológicas nas plantas, que apresentam reduções da superfície e do volume foliar, observa-se a presença de cutícula, ceras, estômatos protegidos, partes da planta adaptados a armazenamento de água (Santos M. *et al.*, 2014; Santos A. *et al.*, 2017).

A supressão hídrica causada pelas características do clima semiárido, possui a influência de alterar a vegetação, dependendo da espécie esta modificação pode ou não ser reversível, tendo relação direta com a duração e a severidade em que se

incide sobre a planta. Pois a perda constante de água reduz o tamanho das células epidérmicas e o espessamento da parede, por outro lado esta condição eleva a espessura da cutícula. Tais características referem-se às estratégias contra a perda de umidade em ambientes adversos. (Medri e Lleras, 1980 *apud* Souza, 2023).

A transpiração nas plantas estimula mudanças anatômicas, sobretudo nas folhas, como a composição da cera epicuticular, no tamanho e densidade estomática e a presença de tricomas, que servem como atenuante da perda de umidade e refletem o excesso de luminosidade reduzindo os danos pelo espectro ultravioleta. De outro modo, a tolerância ao déficit hídrico pode ser expressa pelas modificações do caule, de caráter evolutivo, a eficiência hidráulica na relação folha e caule durante a estação seca, provocam a queda do limbo foliar, reduzindo a cavitação do xilema. As espécies com estas condições, de comportamento caducifólio, apresentam maior capacidade em fotossintetizar e maior ganho de carbono em pouco tempo (Fu *et al.* , 2012; Santos *et al.* , 2014).

A disponibilidade de água é, sem sombra de dúvida, o fator essencial que interfere tanto no crescimento como no desenvolvimento das plantas. Ainda que o crescimento geral dos órgãos do indivíduo seja definido em sua genética, as condições reinantes no ambiente carregam a capacidade de modificar de forma consistente esse padrão. O conhecimento aprofundado das características fisiológicas dessas plantas nativas que habitam em ambientes estressantes é fundamental para uma perfeita compreensão da tolerância aos estresses. Estudos fisiológicos possibilitam compreender como essas espécies vegetais alteram seu fenótipo em resposta a mudanças das condições do ambiente, que frequentemente podem se apresentar como inóspitas (Leal *et al.* , 2005; Walter e Schurr, 2005).

3 OBJETIVOS

3. 1. OBJETIVO GERAL

Crescimento e qualidade de mudas de *Erythrina velutina* submetidas a diferentes períodos de restrição hídrica.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a resistência das mudas em estado inicial sob restrições hídricas;
- Avaliar se os diferentes períodos de restrição hídrica irão interferir nas características morfológicas das plantas;
- Avaliar a qualidade das mudas diante de cada período de restrição hídrica;

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. LOCALIZAÇÃO E CLIMA

O experimento foi conduzido na área experimental da Unidade Acadêmica de Serra Talhada – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAST-UFRPE), localizada na mesorregião do Sertão do Alto Pajeú, no município de Serra Talhada, sob coordenadas geográficas 07°57'10" S e 38°17'40" W, 497 m de altitude (Figura 1). A região em questão apresenta clima do tipo BShw, segundo a classificação climática de Köppen, apresentando a temperatura média do ar de 24,8 °C; com irregularidade na disposição espaço temporal das chuvas com uma média de 550 mm anual e umidade relativa do ar se aproximando de 62,8%, a temperatura média anual de 32,0°C (Ataíde et al, 2023).

Figura 1 - Localização da casa de vegetação onde o experimento foi conduzido.



Fonte: IBGE, adaptada pela autora, 2024.

4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), contendo 5 tratamentos com 5 repetições, cada unidade experimental contendo 2 réplicas, totalizando 50 mudas. O presente estudo foi conduzido em um viveiro com 70% de sombreamento, as mudas foram acondicionadas em sacolas plásticas e 30 dias após

a emergência (DAE) submetidas aos seguintes tratamentos: SRH = Sem Restrição Hídrica (irrigação diária); RH8 = Restrição Hídrica de 8 dias, 30 DAE; RH16 = Restrição Hídrica de 16 dias, 30 DAE; RH24 = Restrição Hídrica de 24 dias, 30 DAE; RH32 = Restrição Hídrica de 32 dias, 30 DAE. O solo utilizado no experimento apresenta as características químicas conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de solo da área experimental da UAST-UFRPE, Serra Talhada/PE.

ANÁLISE DE SOLO										
Mg.kg ⁻¹	H ₂ O	cmolc.dm ⁻³								%
P	pH	Ca	Mg	Na	K	Al	H	S	CTC	V
759,5	7,7	6,85	2,26	0,14	0,51	0	0,96	1,5	9,74	91

Fonte: Laboratório de Análises de Solo e Planta – LASP, 2024.

4.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

As sementes utilizadas para o experimento, são provenientes de várias matrizes e colhidas em épocas distintas, doadas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA), de Petrolina - PE. Foi realizado o processo de beneficiamento manual e assepsia, onde as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio 1%, por 10 minutos, como recomendado pelo Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Para superação de dormência tegumentar, foi realizada a escarificação mecânica com o auxílio de uma lixa 180, até que fosse possível observar uma coloração amarelada, diferente da cor do tegumento vermelho brilhante (Melo e Cunha, 2008) (Figura 2C). O procedimento foi executado na região oposta ao hilo e sentido contrário a micrópila, regiões visíveis na parte externa da semente, afim de não danificar o eixo embrionário, que se encontra bem próximo ao tegumento.

Duas sementes foram semeadas em sacola plástica cuja as dimensões eram de 30 cm de profundidade e 25 cm de largura (5.000 cm³). Cada sacola foi previamente preenchida com o solo descrito no item 4.2. Segundo Matheus *et al.* (2010), as profundidades das covas devem estar entre 2 cm a 3 cm e as sementes devem ser colocadas com o hilo voltado para baixo para possibilitar maior uniformidade de emergência. O experimento foi irrigado com água de condutividade elétrica de 0,36 dS.m⁻¹ e pH 5,06. As regas foram de acordo com a capacidade de campo do solo, onde uma amostra do solo foi encharcada com volume de água

conhecido e após 24 horas verificou-se o conteúdo de água drenado do recipiente em que o solo se encontrava, assim foi possível estimar a capacidade de campo por meio da diferença entre os volumes. Em seguida, as sacolas plásticas foram dispostas no local, para este experimento foi necessário erguer uma cobertura plástica translúcida, a fim de não permitir que quaisquer precipitações venham a interferir nos resultados (Figura 2B). As plântulas começaram a emergir com 4 dias e aos 8 dias já estavam totalmente emergidas (Figura 2A). O experimento teve início no mês de abril e se estendeu até o final do mês de junho.

Figura 2 - Plântulas totalmente emergidas (A); mudas sob cobertura (B); e sementes escarificadas (C).

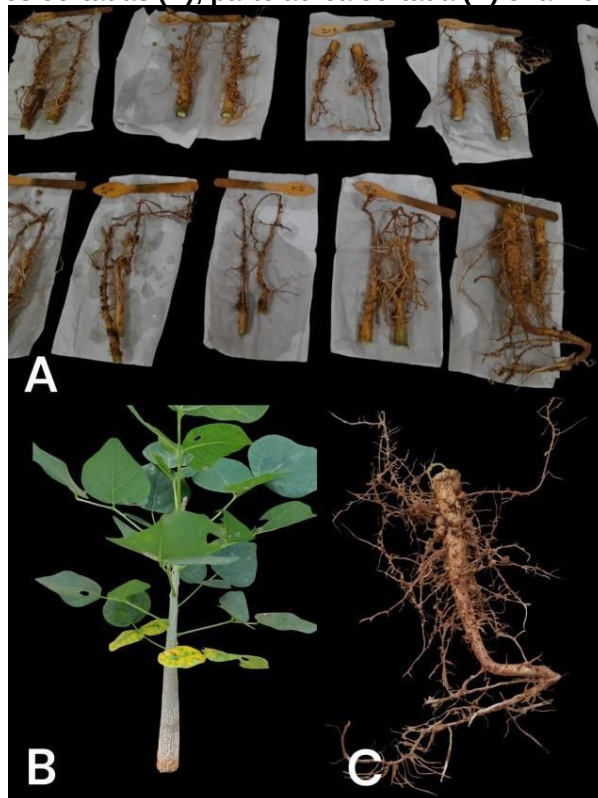


Fonte: A autora, 2024.

A mensuração dos dados foi realizada periodicamente, a partir do primeiro dia da implantação dos tratamentos, 30 DAE, a cada oito dias, totalizando cinco coletas. Corridos os 32 dias aplicando seus determinados tratamentos conforme a época, as plantas foram levadas para o laboratório, onde a parte aérea e o sistema radicular foram separados para pesagem de matéria fresca da parte aérea e sistema radicular. As amostras foram separadas em sacos de papel e identificados de acordo com a parte vegetativa e o tratamento aplicado. Em seguida as amostras foram colocadas

na estufa a 65°C por 72 horas, a fim de obter os valores de massa seca da parte aérea e da raiz (Figura 4 - A, B e C).

Figura 3 - Raízes cortadas (A); parte aérea cortada (B) e raiz com nódulos (C).



Fonte: A autora, 2024.

4.4. VARIÁVEIS ANALISADAS

A cada 8 dias as seguintes variáveis biométricas foram coletadas: altura de planta (cm) (AP), diâmetro de coleto (cm) (DC), número de folhas (NF) e área foliar (cm²) (AF). Para a altura de planta foi utilizado uma trena milimétrica que mediu a estatura a partir do coleto até o ápice da planta, onde se encontra a gema apical; a área foliar foi estimada pela fórmula 1, onde o comprimento e largura do folíolo central foram medidos com uma régua milimétrica, este procedimento ocorreu em três folhas aleatórias, localizadas no terço superior, no inferior e no meio da copa (Ribeiro, 2022); para o diâmetro do coleto foi utilizado um paquímetro analógico; o número de folhas foi obtido por meio de contagem, levando em consideração apenas as folhas com até 30% de amarelecimento. As demais variáveis foram coletadas aos 62 DAE: comprimento das raízes (cm) (CR), que foi medido com uma régua milimétrica; massa fresca da parte aérea (g) (MFPA), massa fresca das raízes (g) (MFR), massa seca da

parte aérea (g) (MSPA) e massa seca das raízes (g) (MSR). Para avaliar a qualidade das mudas foi realizado o cálculo do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e identificar a muda com maior robustez para o transplântio em campo (Dickson; Leaf; Hosner, 1960).

$$\hat{y} = 1.4755 * LW \quad (1)$$

Em que: $\hat{y}$ = área foliar (cm²); L= comprimento (cm), W= largura (cm).

$$IQD = \frac{MST}{(AP/DC) + (MSPA/MSR)} \quad (2)$$

Em que: IQD= Índice de Qualidade de Dickson (adimensional); MST= Massa Seca Total (g); AP= Altura da Planta (cm); DC= Diâmetro do Coleto (mm); MSR= Massa Seca da Raíz (g); MSPA= Massa Seca da Parte Aérea (g).

4.5. ANÁLISE DE DADOS

Os dados referentes as variáveis AP, DC, NF, AF, CR, MFPA e MFR, MSPA e MSR, submetidas a análise de variância e quando significativo, foi realizada a regressão. Enquanto para a variável de índice de Qualidade de Dickson, foi usado a comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para ambas as variáveis foi utilizado o Software R 4.3.1.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foram observadas as variáveis altura da planta (AP), área foliar (AF), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e raiz (MFR e MSR), comprimento de raiz (CR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Todas as variáveis sofreram influência a 1% de probabilidade devido os diferentes períodos de restrição hídrica, exceto o comprimento de raiz, como mostra o resumo da análise de variância (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a AP, AF, DC, NF, CR, MFPA, MSPA, MFR, MSR e IQD para as plantas de mulungu, submetidas a diferentes períodos de restrição hídrica.
ANAVA

FV	GL	QM				
		AP	AF	DC	NF	CR
Períodos	4	16,9224**	4663,9**	0,284989**	154,96**	62,045 ^{ns}
Erro	20	2,3074	266,0	0,007234	2,14	100,881
Total	24					
CV%		8,18	33,62	7,00	22,93	34,49

FV	GL	QM				
		MFPA	MSPA	MFR	MSR	IQD
Períodos	4	923,75**	36,648**	105,300**	3,4167**	2,93902**
Erro	20	31,39	1,285	3,446	0,1636	0,12622
Total	24					
CV%		24,28	31,71	24,39	46,62	45,36

FV: fator de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ^{ns}: não significativo; **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); C.V.: coeficiente de variação.

Fonte: A autora, 2024.

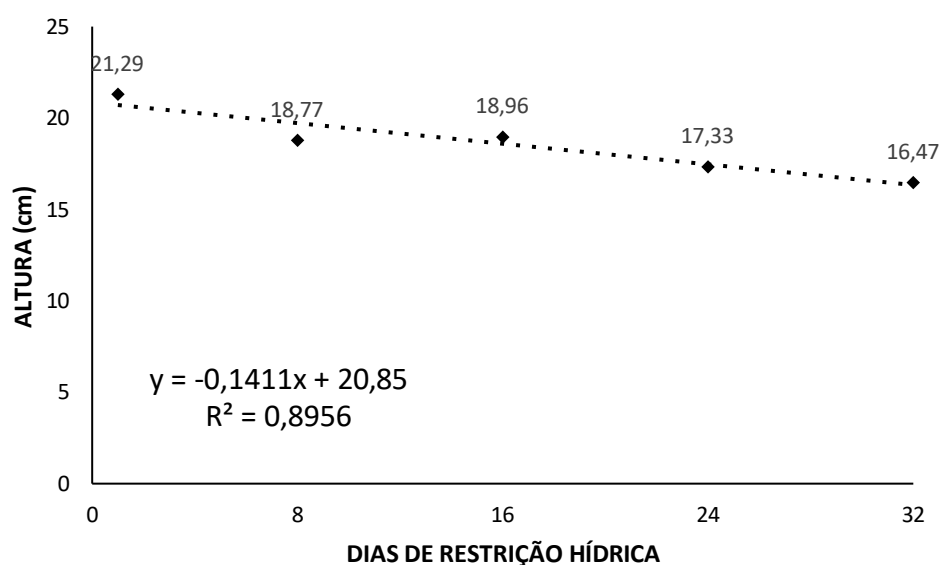
Observa-se que para as variáveis AP, AF, DC, NF, MFPA, MFR, MSPA e MSR, os dias com a irrigação suspensa provocaram uma queda linear em seus valores, conforme as Figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12.

Na Figura 5, nota-se uma diferença de 4,82 cm de altura (22,64%) entre as plantas do tratamento controle (mudas irrigadas diariamente) em relação ao tratamento de maior período de restrição hídrica (32 dias sem irrigação) (P<0,01). É importante mencionar que na mensuração dos dados com 8 dias de restrição hídrica, já foi possível constatar efeitos negativos à estatura da planta, demonstrando a influência da seca em mudas em crescimento inicial (P<0,05). Silva *et al.* (2010), em experimento semelhante, avaliou o crescimento de mudas de *Erythrina velutina* em resposta ao estresse hídrico, os autores constataram que o fator crescimento foi

afetado negativamente pela redução do teor de água no substrato, havendo redução de 37% para a variável de crescimento vertical da planta, durante os primeiros 30 dias de tratamentos. No trabalho realizado por Aderaldo *et al.* (2022), sobre os impactos dos estresses hídrico e salino em mudas de *E. velutina*, utilizando o tratamento de irrigação com água destilada diariamente com 50% da capacidade de campo, os dados analisados nos períodos de 35 dias após a semeadura e a 45 dias após a semeadura, mostraram que há incremento na altura das plantas em relação as mudas submetidas às restrições hídricas.

Resultados estes que são justificados na literatura, onde Taiz *et al.* (2021) ressaltam a importância da água sobre as divisões e expansões celulares, que vêm a influenciar diretamente no comprimento da parte aérea das mudas. Silveira *et al.* (2010) complementam que o crescimento e o desenvolvimento de mudas com o fornecimento de água limitado, sofrem influência direta no processo de fotossíntese, o que diminui o vigor da muda.

Figura 4 - Altura (cm) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.



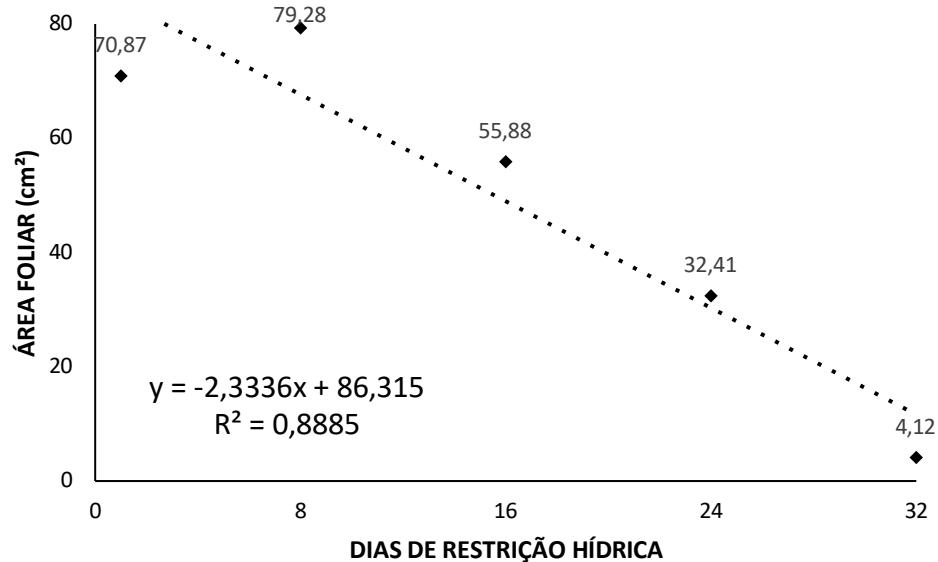
Fonte: A autora, 2024.

Para a variável área foliar, demonstrada na Figura 6, nota-se uma diferença de 66,75 cm² (94,18%) entre as plantas irrigadas em relação as plantas que passaram por 32 dias sob restrição hídrica (P<0,01). Os dados coletados no 16º dia de tratamento já apresentavam efeitos indesejados à área foliar, evidenciando a influência da seca (P<0,05). Experimento semelhante foi realizado por Oliveira *et al.* (2016), onde observou-se o desenvolvimento inicial de *Erythrina velutina* Willd. sob

restrição hídrica após transplântio, os autores destacam que no dia 84 houve diferença entre os tratamentos, onde foi verificado que mudas produzidas em condição sem estresse obtiveram valores 68% superiores às plantas sob estresse hídrico para a variável área foliar.

A capacidade de fotoassimilar está intrinsecamente ligada a área foliar, tendo em vista este conhecimento é possível avaliar o crescimento e desenvolvimento das mudas (Souza *et al.* , 2012; Lima *et al.* , 2016). A expansão da área foliar encontra limitações consideráveis, onde ocorre visível redução do tamanho e do surgimento de novas folhas, essa resposta se deve à deficiência hídrica (Santos e Carlesso, 1998). As mudas de mulungu expostas às condições que restringem a umidade do substrato, embora em fase inicial, evidenciam a sua capacidade adaptativa à seca, tendo como principal estratégia diminuir a superfície transpirante e evitar o gasto metabólico (Smit e Singels, 2006). Segundo Taiz *et al.* (2021), a escassez de água diminui a extensibilidade da parede celular, por consequência aumentando o potencial de pressão e de turgor para o alongamento, levando ao aumento da espessura da folha, além da redução da área foliar.

Figura 5 - Área foliar (cm²) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.



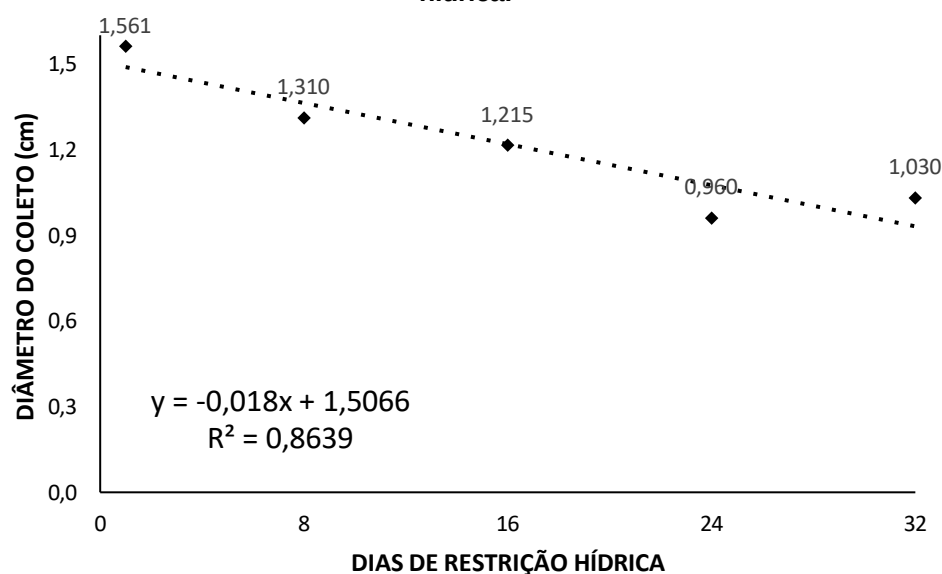
Fonte: A autora, 2024.

Ao comparar os dados na Figura 7, percebe-se diferença de 0,531 cm (34,01%) para a variável diâmetro do coleto, entre as repetições irrigadas em relação as repetições que passaram pelo tratamento de 32 dias sob restrição hídrica ($P < 0,01$).

Entretanto, aos 8 dias sob estresse, as mudas já apresentavam efeitos redutivos referentes ao diâmetro do coleto, ($P < 0,05$). Em estudo semelhante a este trabalho, Silva *et al.* (2010) avaliaram o crescimento de mudas de mulungu com estresse hídrico, onde relatam que após 21 dias de tratamento envolvendo limitações de até 75 % no conteúdo de água do substrato, as plantas sofreram reduções no diâmetro do caule, cerca de 56%. Segundo Araújo (2022), testando três níveis de estresse hídrico aplicados sobre duas espécies florestais (Sabiá e Mulungu), em diferentes períodos após a semeadura, obtiveram resultados que mostraram maiores valores médios para diâmetro do colo aos 150 dias após a semeadura, para as mudas sem estresse hídrico, havendo incremento de 4,55 mm em relação a avaliação de 120 dias após a semeadura.

Portanto, a falta de água impacta na pressão de turgor, reduzindo o fluxo de seiva pelos vasos condutores, o que causa alterações em sua anatomia e morfologia (Taiz *et al.* , 2021).

Figura 6 - Diâmetro do coleto (cm) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.



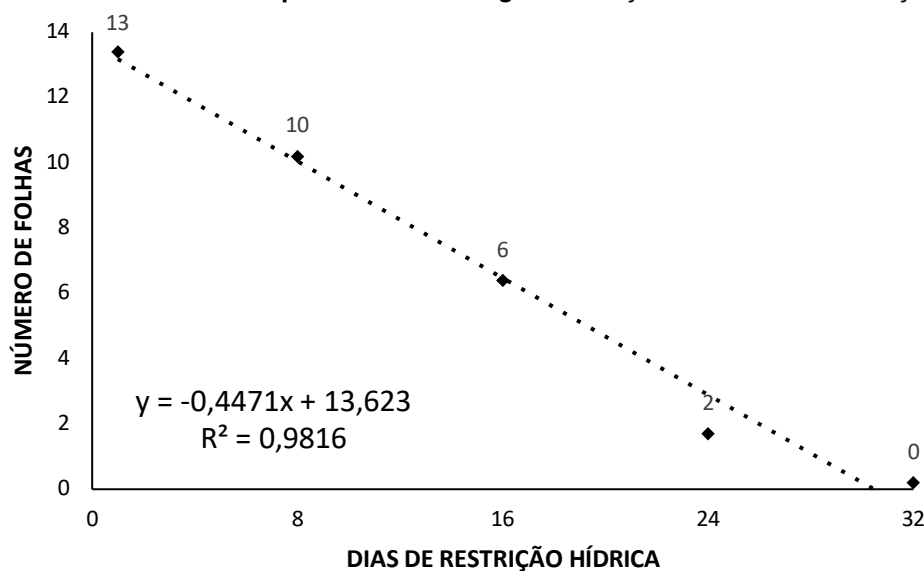
Fonte: A autora, 2024.

Observa-se na Figura 8, uma queda drástica no número de folhas, onde a diferença é de aproximadamente 13 folhas (98%) entre as mudas sem restrição hídrica em relação às mudas de maior período de restrição hídrica (32 dias sem irrigação), sendo possível identificar reduções com apenas 08 dias de tratamento ($P < 0,01$). Segundo Oliveira *et al.* (2016), obtiveram resultados onde mostram os

maiores valores para a variável, número de folhas, submetidas à condição sem estresse, aos 84 dias, sendo 39% superiores às plantas sob restrição, os autores concluem que as mudas possuem características xeromórficas, por isso ocorre a desfolha quando expostas a condição de seca. O que corrobora com Aderaldo *et al.* (2022), ao testarem estresses hídricos e salinos em mudas de mulungu, aplicando o tratamento de irrigação com água destilada todos os dias com 50% do teor de água no solo, analisados nos períodos de 35 e 45 dias após a semeadura, mostraram que houve reduções consideráveis no número de folhas.

No experimento realizado por Araújo (2022), testando três níveis de estresse hídrico aplicados sobre duas espécies florestais, foi verificado que aos 30 dias após a semeadura, já é possível observar a redução na quantidade de folhas nas plantas de mulungu, o que denota os efeitos deletérios no estágio inicial de crescimento das mudas, interferindo diretamente no funcionamento do metabolismo e no processo de fotossíntese da planta. Taiz *et al.* (2021) explica que existe a relação da quantidade de folhas com o bom desenvolvimento da planta, deixando claro que a principal função destes órgãos na planta é como fonte de reserva e realização da fotossíntese para manutenção do organismo.

Figura 7 - Número de folhas das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.

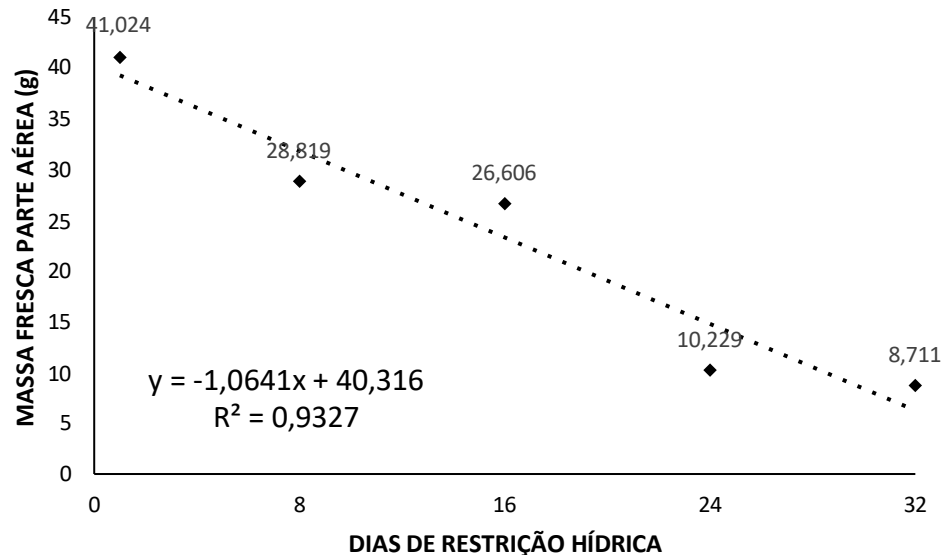


Fonte: A autora, 2024.

Observa-se nas Figuras 9 e 10, sobre as variáveis massa fresca da parte aérea e sistema radicular, que houve diferenças de 32,313 g (78,76%) e 10,822 g (74,48%),

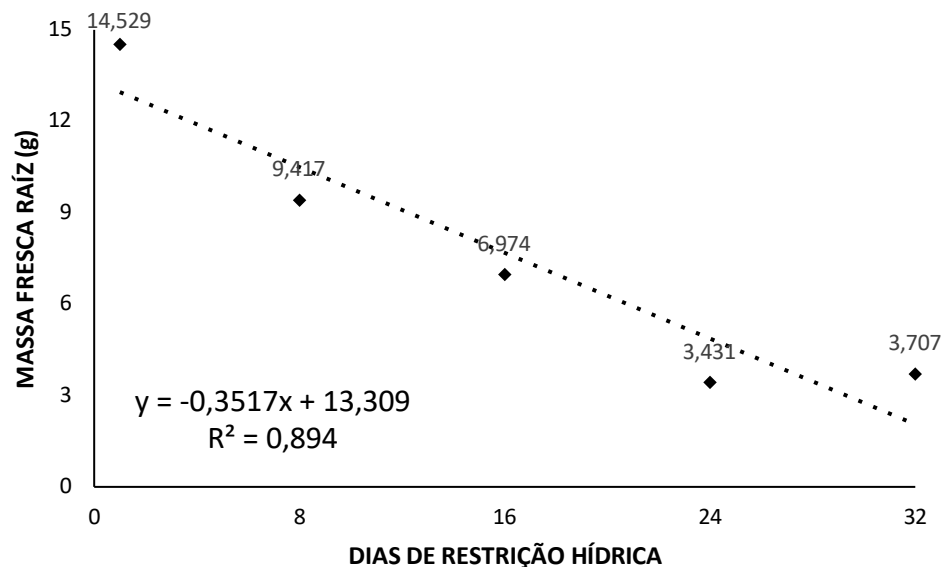
respectivamente, para as mudas de mulungu sob tratamentos sem restrição hídrica e restrição hídrica de 32 dias (SRH e RH32) ($P < 0,01$).

Figura 8 - Massa fresca da parte aérea (g) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.



Fonte: A autora, 2024.

Figura 9 - Massa fresca da raiz (g) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.



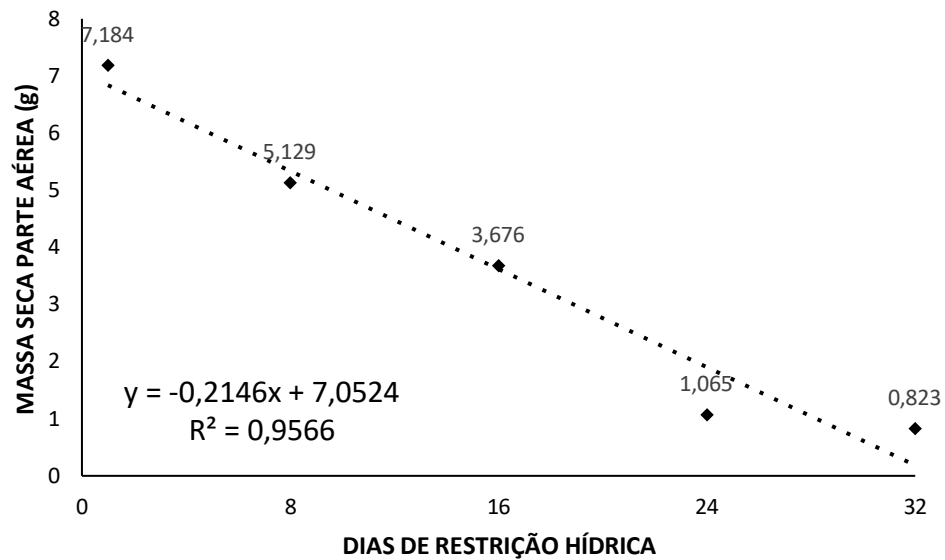
Fonte: A autora, 2024.

Nas Figuras 11 e 12, a massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, evidenciam as diferenças de 6,361 g (88,54%) e 1,862 g (86,40%), respectivamente, para as mudas de tratamento controle em relação ao tratamento de 32 dias sem

irrigação, a 1% de probabilidade. Estes resultados foram semelhantes aos estudos de Silva *et al.* (2010), que demonstram o crescimento de mudas de *E. velutina* submetidas à tratamentos de diferentes capacidades de campo, avaliados em períodos de 30, 60 e 90 dias, para a variável matéria seca total (parte aérea e raiz) foram influenciadas demonstrando valores reduzidos devido o estresse hídrico sob as mudas cultivadas com 50 e 25% da capacidade de campo, com redução máxima de 90% para a matéria seca total.

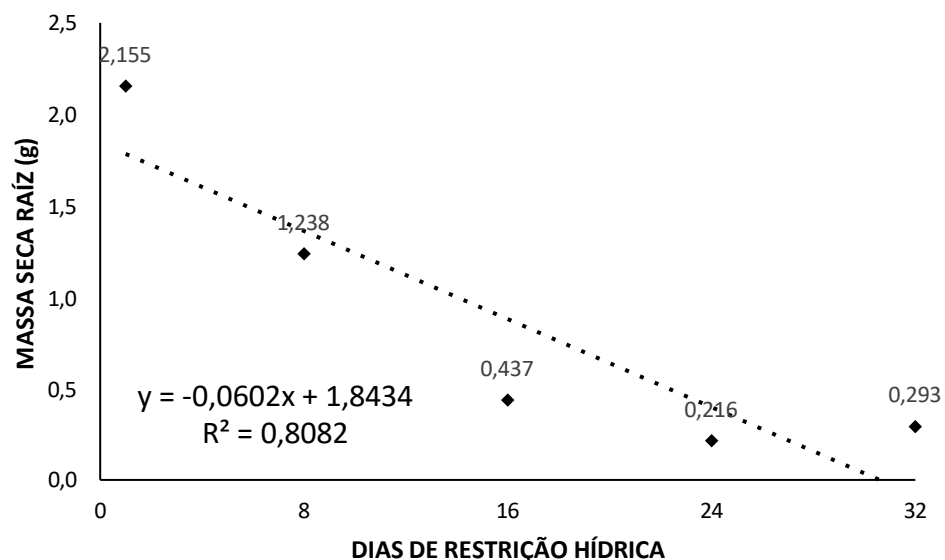
Segundo Taiz *et al.* (2021), o estresse hídrico provoca um redirecionamento de maior abundância de fotoassimilados para o desenvolvimento da raiz em detrimento da parte aérea, consequentemente reduzindo a relação entre a fitomassa seca da parte aérea e do sistema radicular. Fato observado neste trabalho, onde o tratamento testemunha apresentou relação massa seca da parte aérea 3,33 vezes superior a massa seca da raiz, já para o tratamento de maior período de restrição hídrica, a relação foi de 2,80 vezes maior. Em outras palavras, a fitomassa seca do sistema radicular no tratamento SRH corresponde a 23,07% da massa seca total, enquanto no tratamento RH32 a fitomassa seca da raiz passou a corresponder a 26,25% da fitomassa seca total. As variáveis MSPA e MSR estão inteiramente ligadas a área foliar e ao número de folhas, que contribuem diretamente com a produção de matéria seca na planta (Pinto *et al.* , 2011). Destaca-se aqui, o fator sombreamento que favorece o crescimento vertical das mudas, embora o estresse hídrico reduza a turgescência das células vegetais, interferindo negativamente na estatura das plantas e na emissão de folhas (Larcher, 2004; Santos e Coelho, 2013).

Figura 10 - Massa seca da parte aérea (g) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.



Fonte: A autora, 2024.

Figura 11 - Massa seca da raiz (g) das plantas de Mulungu em função dos dias de restrição hídrica.



Fonte: A autora, 2024.

Referente a variável comprimento da raiz (CR), não houve diferença estatística entre os tratamentos, fato observado na Tabela 2 do resumo da análise de variância. Experimento com resultados semelhantes realizado por Freitas *et al.* (2022), avaliando a qualidade de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes tamanhos de tubetes, apresentaram valores de máxima produção do sistema radicular quando produzidas em tubetes de 280 cm³ no período de 90 dias após a semeadura. Já ao analisarem as mudas produzidas nos recipientes de 55 cm³ e 180 cm³ até o dia final do experimento, 105 dias após a semeadura, as raízes não sofreram influência,

ou seja, o desenvolvimento foi interrompido devido à falta de espaço. Nada obstante, este indicador de crescimento pode ter valores minimizados correspondente ao momento de coleta e manuseio do material, causado pela perda de parte do sistema radicular, impedindo de realizar a mensuração mais fiel dos dados.

Por outro lado, Araújo (2022) obteve resultados distintos, onde o comprimento das raízes de *E. velutina* reduziram de acordo com o déficit hídrico aplicado. O mesmo autor ressalta que, o parâmetro de crescimento avaliado é afetado pelas variações de estresse hídrico, havendo diferença significativa aos 150 dias após a semeadura, mesmo em condições de restrição de espaço para o sistema radicular devido o recipiente utilizado pelo autor (garrafas PET de 2 L).

Outro fator que influencia os resultados é o tipo de substrato utilizado, sendo de extrema importância que as raízes possam rompê-lo sem dificuldades e extrair o máximo de nutrientes e água possíveis para seu bom desenvolvimento. Segundo Brisset *et al.* (1991, *apud* Costa, 2020), o recipiente adequado à cultura acondiciona melhor o sistema radicular, evitando o estrangulamento e o enovelamento das raízes, permitindo maiores chances de estabelecimento da muda em campo.

Referente a variável Índice de Qualidade de Dickson (IQD), houve diferença estatística a 1% de probabilidade como mostra a análise de variância (Tabela 2), com isso foi realizado o teste de Tukey para a verificação da qualidade das mudas expostas a déficit hídrico, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Teste de média para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) para as mudas submetidas ao estresse hídrico.

Teste de Média	
	IQD
SRH	1,972 a
RH8	1,132 b
RH16	0,404 c
RH24	0,232 c
RH32	0,176 c

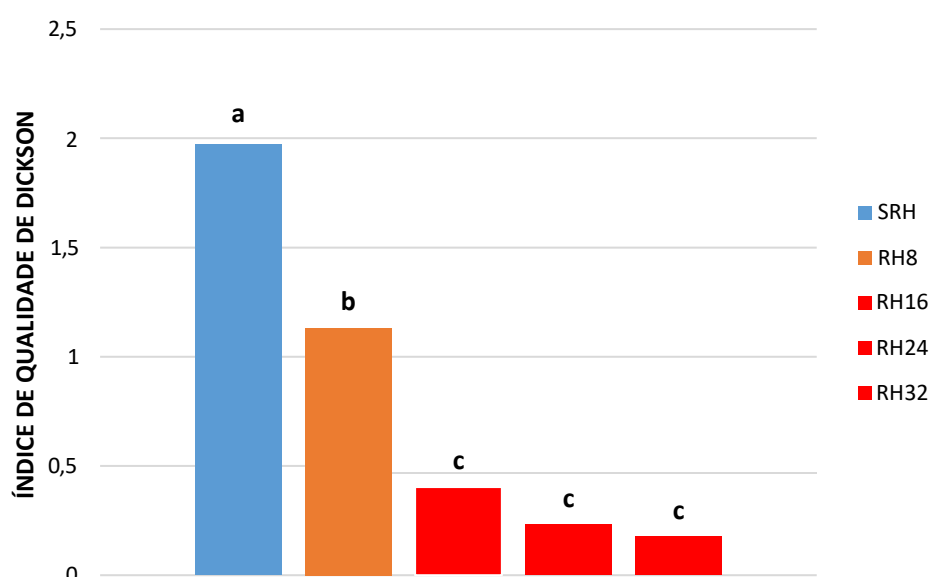
Médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). Em que: SRH=Sem Restrição Hídrica; RH8= Restrição Hídrica de 8 dias; RH16= Restrição Hídrica de 16 dias; RH24= Restrição Hídrica de 24 dias; RH32= Restrição Hídrica de 32 dias; IQD= Índice de Qualidade de Dickson.

Fonte: A autora, 2024.

O teste das médias demonstrou que o tratamento controle (SRH) foi o mais eficaz, com índice de 1,972, onde as mudas foram irrigadas diariamente de acordo

com a capacidade de campo estimada, demonstrando maiores valores para as relações dos parâmetros de crescimento (AP/DC) e produção de biomassa (MST, MSPA e MSR). Em relação ao tratamento de restrição hídrica de 8 dias (RH8), este se apresentou inferior ao tratamento SRH, com índice de 1,132. Demonstrando-se inferiores aos demais, com índices de 0,404, 0,232 e 0,176, para os tratamentos com restrição hídrica de 16 dias, 24 dias e 32 dias respectivamente, apresentaram valores estatisticamente iguais entre si (Figura 13).

Figura 12 - Representação do nível de qualidade das mudas de mulungu.



Fonte: A autora, 2024.

Segundo Dickson *et al.* (1960 *apud* Gomes e Paiva, 2006; Araújo, 2022) o índice de qualidade de mudas (IQD) deve apresentar valores maiores que o valor de referência 0,20. Os autores destacam que a qualidade das mudas se deve ao nível de robustez, representado pelas relações entre as variáveis morfológicas indicadoras de crescimento e do equilíbrio da distribuição da biomassa na planta. A relação expõe o potencial de sobrevivência da muda após ser transplantada para o local definitivo.

Em conformidade com o que foi citado, as médias analisadas apresentaram valores acima de 0,20 para todos os tratamentos, exceto para o tratamento RH32. Destaca-se que os resultados obtidos devem ser analisados de acordo com o teste de Tukey, caso os valores sejam significativos, pois o quociente deve ser o maior possível para que se possa qualificar a muda como apta para o transplântio.

Testando déficits hídricos em mudas de mulungu, Araújo (2022) obteve o resultado de 1,99 para o IQD, aos 90 dias após a semeadura, com irrigação plena. O

autor concluiu que há um incremento no IQD para o mulungu ao suprir suas necessidades hídricas para seu desenvolvimento.

O presente estudo demonstrou como as mudas de mulungu se comportaram em relação ao déficit hídrico severo e como foram afetadas qualitativamente. Evidenciando a importância da rega diária durante a fase inicial da planta, onde os maiores valores médios obtidos foram referentes ao tratamento controle, ou seja, sem restrição hídrica.

As mudas expostas à seca foram influenciadas negativamente, com reduções significativas em relação aos indicadores de crescimento e biomassa. Estes resultados acarretaram no declínio da qualidade das mudas, como demonstrado através do cálculo de índice de qualidade de Dickson, o que leva ao aumento do período de estadia das mudas no viveiro.

De acordo com o exposto, as plantas cultivadas com o intuito de reflorestamento precisam estar com o máximo de qualidade, isto é, devem estar robustas e atenderem aos requisitos necessários, isso refere-se aos parâmetros de crescimento com maiores expressões, devido a maior capacidade de aclimação no campo. Vale ressaltar que a qualidade das mudas não é um fator a ser considerado isoladamente, devido às condições ambientais em que as plantas serão expostas, ou seja, é necessário adequar a produção das mudas na época ideal.

De acordo com a normal climatológica publicada pelo INMET (2024) para o município de Serra Talhada - PE região do Alto Pajeú, a quadra chuvosa se encontra entre os meses de janeiro a abril (Figura 14). É com base nesta informação que se deve planejar a época mais adequada para produção das mudas, visando o transplante no momento mais propício ao estabelecimento da planta no ambiente.

6 CONCLUSÃO

O estudo em questão demonstra que as mudas do tratamento controle, sem restrição hídrica, possuem maiores qualidades para o transplante em campo, em

relação as mudas que sofreram com a seca severa. Estes resultados revelam que o déficit hídrico, ou turno de rega prolongado, pode causar o aumento do período de permanência da planta no viveiro.

Neste contexto, é de suma importância a rega diária na fase inicial de crescimento das plantas de *Erythrina velutina*.

REFERÊNCIAS

ADERALDO, F. Í. C.; FERREIRA, G. de S.; SOUSA, J. N. DE; BRITO, P. O. B. de; GONDIM, F. A. Impactos dos estresses hídrico e salino em mudas de *Erythrina velutina* Willd. Pombal: **Revista verde**, v. 17, n. 2, p. 127-134, 2022. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8562906>. Acesso em: 22 jul. 2024.

ALVES, F. A. L.; SANTOS, D. C.; SILVA, S. M. S.; OLIVEIRA, M. A. B. Photosynthesis and gas exchanges of forage cactus varieties (Opuntia and Nopalea) grown under screen and irrigation. Recife: **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 25, n. 1, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/223>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ARAÚJO, B. L. B. de. **Estresse hídrico na produção de mudas de Mimosa caesalpinifolia Benth e Erythrina velutina Willd.** 2022. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal De Campina Grande, Patos, 2022. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/30855>. Acesso em: 14 jul. 2024.

ARAÚJO, E. L. Estresses abióticos e bióticos como forças modeladoras da dinâmica de populações vegetais da caatinga. In: NOGUEIRA, R. J. M. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife - Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 50-64, 2005. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/34629>. Acesso em: 03 jun. 2024.

ATAÍDE, E. M.; OLIVEIRA, F. J. M. de; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; DINIZ, C. D. S. C. Development of passion-fruit cultivars sweet BRS Mel do Cerrado, Sylvester BRS Pérola do Cerrado and sour BRS Rubi do Cerrado in the Northeastern semiarid region. Curitiba: **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v.6, n.2, p. 1889-1896, abr./jun., 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/60996>. Acesso em: 08 ago. 2024.

AVELINO, N. R.; SCHILLING, A. C.; DALMOLIN, Â. C.; SANTOS, M. S.; MIELKE, M. S. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. Santa Maria: **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1733-1750, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/7FPwmFPRKLBPxRCq6Vj4PgS/>. Acesso em: 03 jul. 2024.

BENTO, S. R. S. 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**, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/MQXrtj4gVYxGFKtnGFjC7m/?lang=pt>. Acesso em: 11 jun. 2024.

CAMPOS DE SÁ, L.; LAZAROTTO, M.; AVRELLA, E. D.; HILGERTE, M. A.; FIOR, C. S. Estresse hídrico e salino no crescimento inicial de mudas de Toona ciliata var. australis. **Pesquisa Florestal Brasileira**. V. 43, p. 1-11. 2023. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/263863>. Acesso em: 30 jul. 2024.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. UFPR; FUPEF; UNEF: Curitiba, p. 451, 1995.

CARVALHO, P. E. R. Mulungu (*Erythrina velutina*). Colombo: **Embrapa Florestas**, 8, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/315643/1/circtec160.pdf>. Acesso em: 24 maio. 2024.

CAVALCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA, F. de A. de; PEREIRA, K. T. O.; DANTAS, R. de P.; OLIVEIRA, M. K. T. de; CUNHA, R. C. da; SOUZA, M. W. de L. Desenvolvimento de mudas de mulungu fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. Curitiba: **Floresta**, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301707345>. Acesso em: 11 jul. 2024.

COSTA, T. L. N. da. **Desenvolvimento inicial de campo em seis espécies arbóreas da caatinga produzidas em diferentes recipientes**. 2020. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/37316>. Acesso em: 22 jul. 2024.

DEMARTELAERE, A. C. F.; SANTOS, A. F.; COUTINHO, P. W. R.; SÁ, R. J. S.; LEÃO, F. A. N.; CONCEIÇÃO, A. G. C.; RUPPENTHAL, V.; OLIVEIRA, P. H. B.; COSTA, A. B. R.; SILVA, A. P.; MATA, A. C.; NICOLINI, F.; PEREIRA, J. S.; SOUZA, J. B.; PAIVA, L. L.; ESTEVES JUNIOR, F. C.; SANTOS, P. S.; MEDEIROS, C. C.; SILVA, L. H. P.; OLIVEIRA, J. M.; MOURA, R. V. F.; LIRA, M. E. B.; OLIVEIRA, R. G.; SOUZA, T. L. Causas, consequências e métodos atribuídos para prevenir a desertificação na Caatinga. Curitiba: **Brazilian Journal of Development**. v.7, n.8, p. 83270-83285, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/34832>. Acesso em: 28 jun. 2024.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. Mattawa: **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 3-10, 1960. Disponível em: <https://pubs.cif-ifc.org/doi/abs/10.5558/tfc36010-1>. Acesso em: 12 jun. 2024.

DORDEL J.; SEELY, B.; SIMARD, S. W. Relationship between simulated water stress and mortality and growth rates in underplanted Toona Cililiata Roem. in subtropical Argentinean plantations. **Ecological Modelling**. V.22, n.17. p3226-3235. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380011003073>. Acesso em: 05 jun. 2024.

FREITAS, T. A. S. de; OLIVEIRA, M. F.; SOUZA, L. S.; DIAS, C. N.; QUINTELA, M. P. Qualidades de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. conduzidas sob diferentes volumes de recipientes. Santa Maria: **Ciência Florestal**, v. 32, n. 1, p. 19-42, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/pmCTmZhrMqM86W7ktsgpSkP/>. Acesso em 15 maio. 2024.

FU, P.; JIANG, Y.; WANG, A.; BRODRIBB, T. J.; ZHANG, J.; ZHU, S.; CAO, K. Stem hydraulic traits and leaf water-stress tolerance are co-ordinated with the leaf phenology of angiosperm trees in an Asian tropical dry karst forest. **Ann Bot.**, v. 110, p. 189-199, 2012. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article/110/1/189/2768994?login=false>. Acesso em: 06 jun. 2024.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em “win-strip”. Santa Maria: **Revista Árvore**, 1991. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=C4WaAAAAIAAJ&oi=fnd&pg=PA35&dq>. Acesso em: 17 maio. 2024.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, p. 116, (Caderno Didático, 72), 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados meteorológicos**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. Acclimation and Adaptive Responses of Woody Plants to Environmental Stresses. **Bot. Rev.**, 2002. Disponível em: [https://link.springer.com/article/10.1663/0006-8101\(2002\)068\[0270:AAAROW\]2.0.CO;2](https://link.springer.com/article/10.1663/0006-8101(2002)068[0270:AAAROW]2.0.CO;2). Acesso em: 11 jul. 2024.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, p. 531, 2004.

LEAL, I. R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. Belo Horizonte: **Revista Megadiversidade**, 2005. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/160/o/19_Leal_et_al.pdf. Acesso em: 18 jul. 2024.

LIMA, A. D. **Plantas das Caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p. 241, 1989.

LIMA, L. K. S.; MOURA, M. da C. F.; SANTOS, C. C.; DUTRA, A. S.; BELMONT, K. P. de C. Desenvolvimento de *Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong em diferentes substratos alternativos. **Revista Biociências**, v.22, n.1, p.24-38, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unitau.br/biociencias/article/view/2125>. Acesso em: 19 jun. 2024.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa: **Plantarum**, p. 512, 2021.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1. ed. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MATHEUS, M. T.; GUIMARÃES, R. M.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. de S. Superação da dormência em sementes de duas espécies de *Erythrina*. **Revista**

Caatinga, v. 23, n. 3, p. 48-53, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237116334008.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2024.

MEDRI, M. E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Müell. **Arg. Acta Amazonica**, v. 10, p. 463-493, 1980. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/bbPSfxWYGKDwcd3QGxGqt9p/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

MELO, R. R. de; CUNHA, M. do C. L. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) sob diferentes níveis de luminosidade. Guarapuava: **Ambiência: Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, 2008. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/289>. Acesso em: 04 jul. 2024.

OLIVEIRA, Hannah Lanier de. **Caracterização de sementes heteromórficas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.)**. 2023. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/99d12a05-cc08-461b-8f56-bd0e9b1045ab/content>. Acesso em: 19 jul. 2024.

OLIVEIRA, M. K. T. de; DOMBROSKI, J. L. D.; MEDEIROS, R. de C. A. de; MEDEIROS, A. S. de. Desenvolvimento inicial de *Erythrina velutina* sob restrição hídrica. Colombo: **Pesquisa florestal brasileira**, v. 36, n. 88, p. 481-488, 2016. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1261>. Acesso em: 12 jul. 2024.

PEREIRA, M. S. Manual técnico: conhecendo e produzindo sementes e mudas da Caatinga. Fortaleza: **Associação Caatinga**, p. 90, 2011. Disponível em: <https://www.acaatinga.org.br/wp-content/uploads/ManualTecnicoProducaodeSementeseMudas.pdf>. Acesso em: 27 maio. 2024.

PINTO, S. I. C.; FURTINI NETO, A. E.; NEVES, J. C. L.; FAQUIN, V.; MORETTI, B. S. Eficiência nutricional de clones de eucalipto na fase de mudas cultivados em solução nutritiva. Viçosa: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 523-533, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/KYXhPHfjRjNhws6zYzs9gSv/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 17 jul. 2024.

RAMALHO, P. E. C. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, v. 3. 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/florestas/publicacoes/especies-arboreas-brasileiras>. Acesso em: 15 jun. 2024.

RIBEIRO, J. E. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; NÓBREGA, J. S.; COÊLHO, E. dos S.; MELO, M. F. Leaf area of *Erythrina velutina* Willd. (*fabaceae*) by using allometric equations. Curitiba: **FLORESTA**, v. 52, n. 1, p. 093-102, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jackson-Nobrega/publication/357561505>. Acesso em: 11 ago. 2024.

RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F. **Mulungu Erythrina velutina Willd.** Informativo ABRATE, v. 29, n. 1, 2, 3, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1139619/1/Nota-tecnica-07-Mulungu-1.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2024.

SANTOS, A. L. L. M.; LIMA, J. D. P.; ANDRADE, C. R.; SANTOS, D. M.; DIAS, A. S.; SANTOS, P. A. L.; NUNES, R. K. V.; MENEZES FILHO, J. E. R.; SANTOS, J. N. A.; VASCONCELLOS, C. M. L.; SHAN, A. Y. K.; ARAUJO, B. S.; ESTEVAM, C. S. *Myracrodruon urundeuva* Allemão: Chemical composition, antioxidant activity, antimicrobial activity and inotropic effect. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, p. 1230-1241, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317153338>. Acesso em: 19 jul. 2024.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. Santa Maria: **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 571-577, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/b5nnQrpg3FZgRdc9ztJy3Dn/?lang=pt>. Acesso em: 03 jun. 2024.

SANTOS, M.G.; OLIVEIRA, M. T.; FIGUEIREDO, K. V.; FALCÃO, H. M.; ARRUDA, E. C. P.; CORTEZ, J. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; OMETTO, J. P. H. B.; MENEZES, R. S. C.; OLIVEIRA, A. F. M.; POMPELLI, M. F.; ANTONIMO, A. C. D. Caatinga, the Brazilian dry tropical forest: can it tolerate climate changes? **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, p. 83-99, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40626-014-0008-0>. Acesso em: 13 jul. 2024.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. Campina Grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sptHSNGpfSCjGZ656yBJwnN/?lang=pt>. Acesso em: 19 jun. 2024.

SILVA, E. C.; SILVA, M. F. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Stomatal changes induced by intermitente drought in four umbu tree genotypes. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 22, n. 4, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjpp/a/JVhbwngWQXv9XRswJGwQ8kP/>. Acesso em: 27 jul. 2024.

SILVA, E. C.; SILVA, M. F. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B. Growth evaluation and water relations of *Erythrina velutina* seed lings in response through drought stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 22, n. 4, p. 225-233, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjpp/a/CSkR4Rp4pW4zmLvZH956J6Q/?lang=en>. Acesso em: 14 jul. 2024.

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; MOURA, M. S. B.; SILVA, S. M. S.; MORAIS, J. E. F.; PEREIRA, P. C.; SOUZA, C. A. A. Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. Brasília: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 7, p. 515-525, 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/hZhQwvtsRGFct5qSKHQkGrM/?lang=en>. Acesso em: 05 jun. 2024.

SILVEIRA, J. A.; SILVA, S. L.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**, v. 1, p. 161, n. 18, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259481450>. Acesso em: 22 jul. 2024.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugar cane canopy development to water stress. Amsterdam: **Field Crops Research**, v. 98, n. 2-3, p. 91-97, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429005002832>. Acesso em: 07 jun. 2024.

SOARES, Larisse Freitas. **Susceptibilidade a desertificação no alto curso da sub-bacia do rio canindé (Ceará, Brasil)**. 2023. 126 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75089>. Acesso em: 15 jun. 2024.

SOUZA, L. M. de; BARBOSA, M. R.; NASCIMENTO, K. R. P. Estratégias adaptativas à limitada disponibilidade hídrica em espécies arbóreas da caatinga. **Multidisciplinary Sciences Reports**, v. 3 n. 3, 2023. Disponível em: <https://multidisciplinarysciences.org/multidisciplinarysciences/article/view/43>. Acesso em: 29 jun. 2024.

SOUZA, M. S.; ALVES, S. S. V.; DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, J. D. B.; AROUCHA, E. M. M. Comparação de métodos de mensuração de área foliar para a cultura da melancia. Goiânia: **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 241-245, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/dxB69hXCWRBk5XpMv6qVwqM/?lang=pt#>. Acesso em: 12 jul. 2024.

SWAEF, T.; SCHEPPER, V. D.; VANDEGEHUCHTE, M. W.; STEPPE, K. Stem diameter variations as a versatile research tool in ecophysiology. Oxford: **Tree Physiology**, v. 35, p. 1047-1061, 2015. Disponível em: <https://academic.oup.com/treephys/article-abstract/35/10/1047/2364658?login=false>. Acesso em: 03 jun. 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal-6**. Artmed Editora, 2021. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=yOUbEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq>. Acesso em: 28 jul. 2024.

WALTER, A.; SCHURR, U. **Dynamics of Leaf and Root Growth: Endogenous Control versus Environmental Impact**. Ann Bot. 2005. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article/95/6/891/189117>. Acesso em: 12 jun. 2024.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, v. especial, n.36, p.126-142, 2014. Disponível em:

<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3176>. Acesso em: 15 ago. 2024.