

Rustificação de mudas de Jequitibá Branco

Cassiano Luiz Hanauer^{1*}; Augustinho Borsoi¹; Paulo Ricardo Lima²

¹ Colegiado de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz – PR, Cascavel – PR.

² Curso de Gestão Ambiental, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Mundo Novo – MS.

* cassino-hanauer@hotmail.com

Resumo: A silvicultura tem como uma de suas principais funções a produção de mudas. Porém, o sucesso dessa atividade depende das técnicas utilizadas, e dentre elas destaca-se o processo de rustificação das mudas. Esse processo deve ser realizado no mínimo 15 dias antes do plantio definitivo. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes níveis de irrigação durante o processo de rustificação de mudas de Jequitibá Branco (*Cariniana estrellensis*). O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, tendo quatro tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos foram divididos da seguinte forma: Tratamento 1: testemunha, irrigado todos os dias; Tratamento 2: irrigação com intervalo de 1 dia; Tratamento 3: irrigação com intervalo de 2 dias; Tratamento 4: irrigação com intervalo de 3 dias. As variáveis avaliadas foram diâmetro do caule, altura da muda, número de folhas, massa seca das raízes e parte aérea. Depois do plantio foi adotado outro critério de análise para o período de 30 dias, sendo: SEM - sem sintomas (planta visualmente vigorosa, sem indícios de falta de água); LDH - com sintoma leve de murcha; MDH - com sintoma moderado (planta em ponto de murcha permanente, com o ápice escurecido e curvado); SDH - com sintoma severo (folhas secas e/ou em abscisão), e morte - planta totalmente morta (folhas e haste secas, quebradiças ao toque). Conclui-se ao final que houve diferença significativa para número de folhas e também para massa seca de raiz e parte aérea, chegando ao resultado de que o tratamento 2 com regas alternadas dia sim e dia não é a forma de se obter uma melhor condição das mudas devido ao processo de rustificação.

Palavras-chave: *Cariniana estrellensis*, Resistência, Déficit Hídrico.

Hardiness White Jequitibá seedlings

Abstract: Forestry has as one of its main functions the production of seedlings. But for the success of this activity depends on the techniques used. Among them stands out the hardening process of seedlings, this process should be performed at least 15 days before the final planting of seedlings. The objective of this study was to evaluate the effects of different levels of irrigation during the White Jequitibá seedling hardiness process. The treatments will be divided as follows: Treatment 1: control, irrigated every day; Treatment 2: Irrigation interval 1 day; Treatment 3: Irrigation with 2 days interval; Treatment 4: Irrigation with 3 days interval. The variables will stem diameter, change height, number of leaves, dry weight of roots and shoots. After planting will be adopted another analysis criteria for the period of 30 days, as follows: NO - no symptoms (visually vigorous plant without water shortage evidence); LDH - with mild wilt symptom; MDH - with moderate symptoms (wilting point plant, with the dark and curved apex); SDH - with severe symptoms (dry leaves and / or abscission), and death - totally dead plant (dried leaves and stem, brittle to the touch). It was concluded at the end that there was a significant difference for leaf number and root and aerial part dry mass, reaching the result that treatment 2 with alternate irrigations every other day is not the way to obtain a better condition of the leaves. seedlings due to the grinding process.

Key words: *Cariniana estrellensis*, Resistance, Deficit Hydride.

Introdução

A produção de mudas é uma das principais funções da silvicultura. Para se obter sucesso nessa atividade, é importante o cuidado com as técnicas utilizadas durante as etapas de produção, sendo a fase final a rustificação das mudas. Esta técnica tem por objetivo preparar as mudas fisiologicamente para suportar o plantio e as adversidades ambientais das primeiras semanas que o sucedem (FERRARI e SHIMIZU, 2005). Isso engloba um conjunto de práticas que elevam a resistência das mudas aos estresses do transporte, manejo, plantio, pós-plantio e déficit hídrico (JACOBS e LANDIS, 2009).

A rustificação é realizada de 15 a 30 dias antes da plantação definitiva das mudas. Essa prática é realizada na fase final da produção de mudas, e tem por objetivo aumentar a tolerância as adversidades edafoclimáticas (LIMA *et al.*, 2014). Taiz e Zeiger (2009) afirmam que a falta de disponibilidade de água no solo, faz com que as plantas estabeleçam estratégias para minimizar as necessidades fisiológicas, como fotossíntese e transpiração.

O processo de rustificação pode ser feito de várias formas e uma delas passa pela fase de redução de fornecimento de volume de água, posterior a essa fase ocorre à retirada de sombreamento, deixando essas mudas expostas a eventuais intempéries ambientais simulando sua plantação definitiva (HOPPE *et al.*, 2004).

O Jequitibá Branco (*Cariniana estrellensis*). é considerado uma árvore semicaducifolia no inverno, podendo atingir uma altura entre 15 e 30 m e DAP (Diâmetro na altura do peito) 50 a 80 cm (CARVALHO *et al.*, 2000). Segundo Carvalho (2003) a incidência de cultivo dessa cultura ocorre em solos de baixa fertilidade natural, porém desenvolve melhor em solos com propriedades físicas considerados profundos e férteis, apresentando uma textura areno argiloso a argiloso, não sendo muito adepto de solos arenosos e poucos drenados.

Segundo Carvalho (2003) o Jequitibá é uma espécie com grande valor econômico, sendo seu principal produto a madeira. Silva, Silva e Cordeiro (2012) dizem que nos Estados Unidos essa espécie é conhecida como mogno-brasileiro, sendo esse indicado pra estruturas de móveis, molduras, saltos para calçados, vigas para construção civil, caibros, forros entre outras utilizadas nesse seguimento. Além disso, o Jequitibá Branco (*Cariniana estrellensis*), é uma espécie arbórea e está presente na lista de espécies em extinção (INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 6, 2008).

Mudas de qualidade e boa rusticidade são fundamentais para melhor adaptação, crescimento e sobrevivência no plantio definitivo. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes níveis de irrigação durante o processo de rusticidade de mudas de Jequitibá Branco (*Cariniana estrellensis*).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em duas fases, sendo realizado no viveiro de mudas do IAP – Instituto Ambiental do Paraná na cidade de Cascavel, região Oeste do Paraná, onde num primeiro momento foi realizada a rusticidade das mudas, e posteriormente foi realizado o translocamento das mesmas para um residência localizada na Av. das Torres - Parque Verde, Cascavel - PR e efetuado o plantio em vasos.

O delineamento adotado foi o DBC (Delineamento em blocos casualizados), com cinco repetições. Foram avaliadas mudas oriundas do viveiro de mudas do IAP com quatro tratamentos. Os tratamentos foram divididos da seguinte forma: Tratamento 1: testemunha, irrigado todos os dias; Tratamento 2: Irrigação com intervalo de 1 dia; Tratamento 3: Irrigação com intervalo de 2 dias; Tratamento 4: Irrigação com intervalo de 3 dias.

O processo de rustificação foi desenvolvido por 30 dias e posteriormente foi realizado o plantio dessas mudas para vasos de 6 L, sendo utilizado solo peneirado para o plantio. As mudas receberam a última rega de plantio e após isso não receberam irrigação durante os 30 dias subsequentes, e no decorrer destes dias foram avaliados os sintomas da deficiência hídrica uma vez por semana.

As variáveis avaliadas foram diâmetro do caule, altura da muda, número de folhas, massa seca das raízes e parte aérea. Para a quantificação do diâmetro do caule foi utilizado um paquímetro digital, e para a altura das mudas foi utilizada uma régua medindo no nível do solo no tubete até a inserção da folha mais alta da muda. Foi obtido também o número de folhas por contagem simples. Para avaliação da massa seca, as partes aéreas (Caule e folha) e parte radicular das mudas foram secas separadamente em estufa com circulação de ar a 65 °C por 72 horas.

Depois do plantio foi adotado outro critério de análise para o período de 30 dias, sendo: SEM - sem sintomas (Planta visualmente vigorosa, sem indícios de falta de água); LDH - com sintoma leve de murcha; MDH - com sintoma moderado (Planta em ponto de murcha permanente, com o ápice escurecido e curvado); SDH - com sintoma severo (Folhas secas e/ou em abscisão), e MORTE - planta totalmente morta (Folhas e haste secas, quebradiças ao toque).

As variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

Para avaliação do desenvolvimento das mudas de Jequitibá Branco (*Cariniana estrellensis*) foram analisadas diâmetro do caule, altura de planta, número de folhas, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea (Caule e folhas).

Em relação ao diâmetro do caule (Figura 1), observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Porém, observou-se que o tratamento dois foi o que obteve um diâmetro superior aos demais.

Para as variáveis morfológicas importantes a serem avaliadas, encontram-se altura da parte aérea, diâmetro de colo, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca radicular e ainda morfologia das raízes, onde as variáveis altura da parte aérea e diâmetro do colo são as duas mais analisadas (ALMEIDA, 2005).

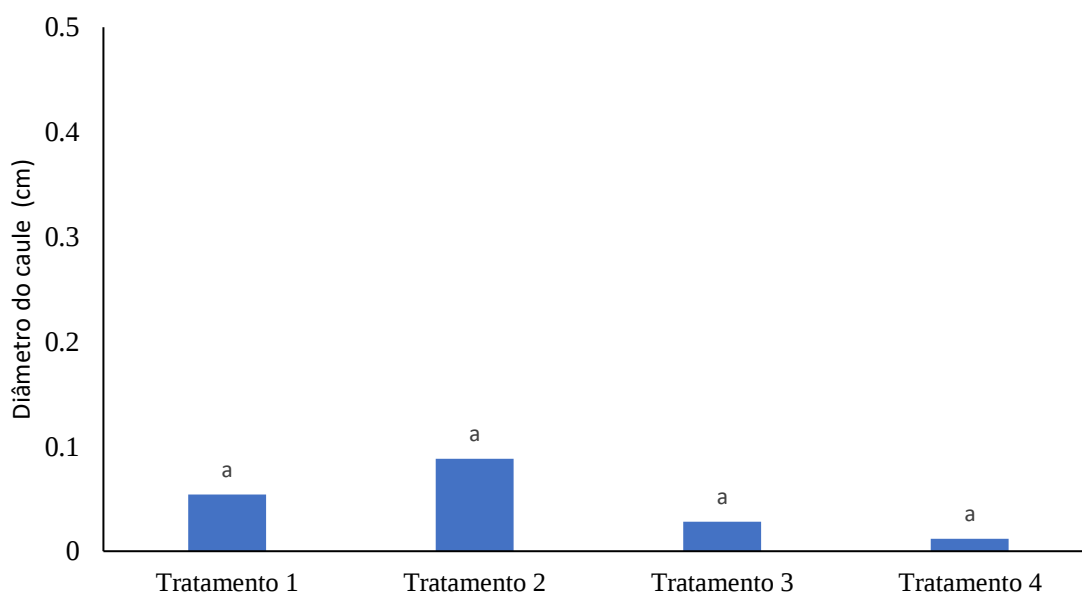


Figura 1 – Diâmetro do caule de *Cariniana estrellensis* submetidas à deficiência hídrica. Tratamento 1: testemunha, irrigado todos os dias; Tratamento 2: Irrigação com intervalo de 1 dia; Tratamento 3: Irrigação com intervalo de 2 dias; Tratamento 4: Irrigação com intervalo de 3 dias.

No incremento de altura de planta (Figura 2), os tratamentos não mostraram diferença significativa entre si ao nível de 5%, porém o resultado do tratamento 2 (Irrigação com intervalo de 1 dia) obteve um resultado superior aos demais tratamentos.

A forma como as plantas respondem ao estresse hídrico é complexa, pois a água tem influência direta nos aspectos do crescimento, incluindo modificações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, onde essa influência do déficit hídrico, acabam

refletindo nos mecanismos de adaptação da baixa quantidade de água no substrato. A planta, com a diminuição da água do solo, estabelece estratégias para diminuir as necessidades fisiológicas, como transpiração e fotossíntese para sobreviver com perda mínima do conteúdo de água (TAIZ e ZEIGER, 2017).

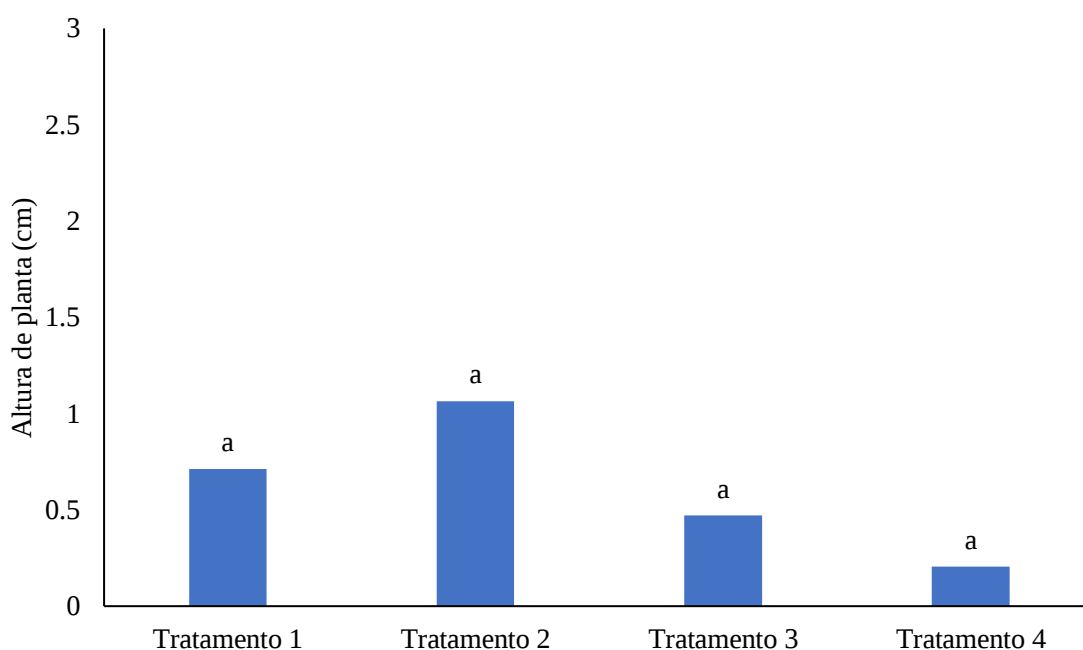


Figura 2 – Altura de planta de *Cariniana estrellensis* submetidas à deficiência hídrica. Tratamento 1: testemunha, irrigado todos os dias; Tratamento 2: Irrigação com intervalo de 1 dia; Tratamento 3: Irrigação com intervalo de 2 dias; Tratamento 4: Irrigação com intervalo de 3 dias.

Pode-se observar na Figura 3, houve diferença significativa para o tratamento 1. Os tratamentos 2, 3 e 4 devido ao déficit hídrico, tiveram redução na área foliar, mostrando que o estresse hídrico influenciou na queda das folhas.

Em resposta à deficiência hídrica, as plantas alteram seus processos fisiológicos e morfológicos, influenciando a capacidade de tolerar as condições adversas do meio (PIMENTEL, 2011). Com isso, a produção de biomassa é prejudicada tanto no crescimento inicial das plantas como também nos estádios mais tardios, limitando o crescimento dos ramos, o crescimento do caule, o número de folhas e a área foliar (PIMENTEL, 2011).

Conforme Santos e Carlesso (1999), os mecanismos de resistência à falta de água nas plantas podem ser de três tipos: "evitar", "tolerar" e "escapar". No "evitar", as plantas fecham os estômatos e aprofundam o sistema radicular para explorar um volume maior de solo, diminuindo o tamanho das células, aumentando o espessamento das paredes celulares e a

cerosidade da cutícula; no "tolerar" a planta mantém o equilíbrio de suas funções fisiológicas em condições de deficiência hídrica e no "escapar" a planta antecipa o ciclo de desenvolvimento.

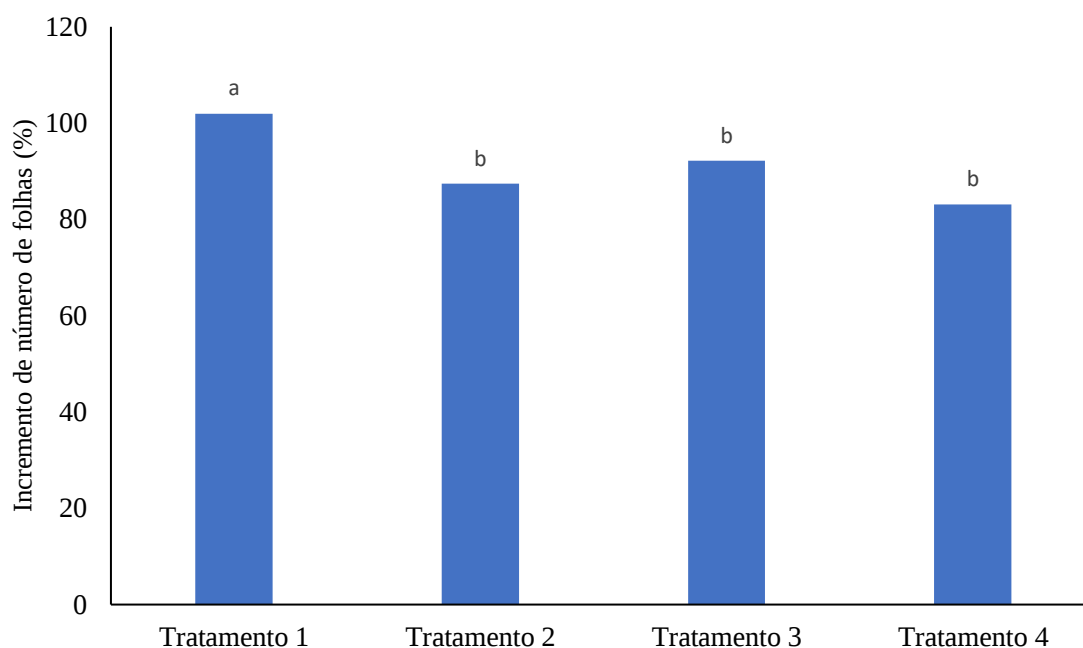


Figura 3 – Incremento de número de folhas de mudas de *Cariniana estrellensis* submetidas à deficiência hídrica.

Tratamento 1: testemunha, irrigado todos os dias; Tratamento 2: Irrigação com intervalo de 1 dia; Tratamento 3: Irrigação com intervalo de 2 dias; Tratamento 4: Irrigação com intervalo de 3 dias

Os tratamentos 3 e 4 (Figura 4) houve diferença significativa em relação aos tratamentos 1 e 2, mostrando assim uma diminuição da massa seca das raízes devido ao estresse hídrico. O tratamento 1 e 2, com nível de segurança de 5% estatisticamente foram iguais. O tratamento 3 demonstrou efeito inferior aos demais.

Desta forma, os resultados obtidos para massa seca das raízes mostram que as mudas de *Cariniana estrellensis* quando submetidas ao déficit hídrico mostram aclimação a esta condição investindo no desenvolvimento das raízes e reduzindo o crescimento da parte aérea, de modo a aumentar a absorção de água e reduzir a transpiração foliar (MACHADO, 2004).

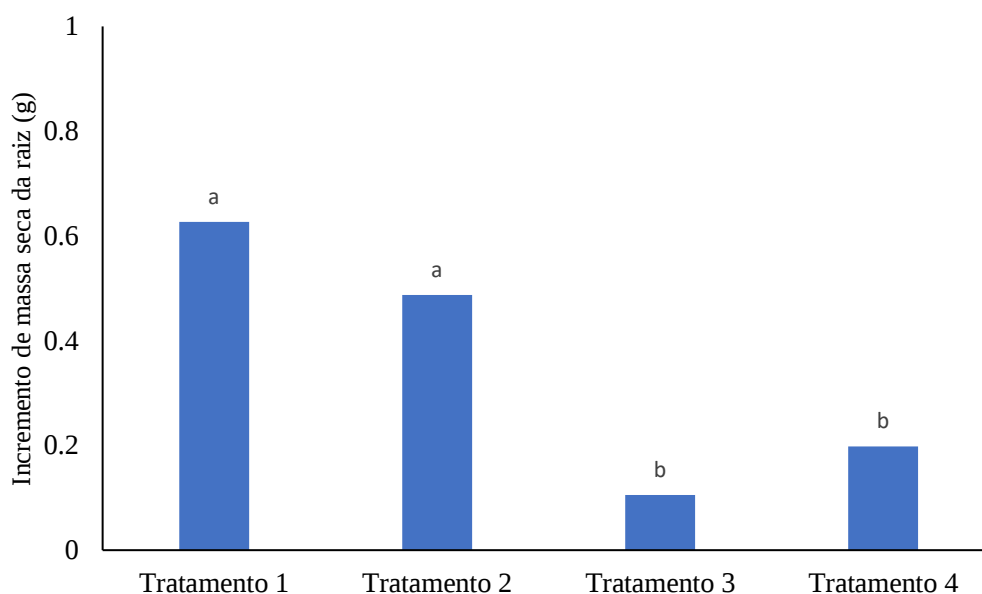


Figura 4 – Incremento de massa seca da raiz (g) de mudas de *Cariniana estrellensis* submetidas à deficiência hídrica. Tratamento 1: testemunha, irrigado todos os dias; Tratamento 2: Irrigação com intervalo de 1 dia; Tratamento 3: Irrigação com intervalo de 2 dias; Tratamento 4: Irrigação com intervalo de 3 dias

A figura 5 mostra que o tratamento 1 foi superior, estatisticamente ao nível de segurança de 5%, os tratamentos 2, 3 e 4 foram iguais.

Na rustificação por deficiência hídrica, parte da energia destinada ao crescimento da parte aérea é direcionada ao desenvolvimento do sistema radicular, acarretando no engrossamento e no aumento da biomassa das raízes e servindo como órgão de armazenamento de fotossintatos que serão utilizados para o estabelecimento e crescimento após o plantio (JACOBS e LANDIS, 2009).

De acordo com Taiz e Zeiger (2017), plantas submetidas a déficit hídrico têm por condições de sobrevivência, senescência acelerada das folhas, devido ao solo seco não poder fornecer nitrogênio suficiente para suprir as necessidades de crescimento da planta e o nitrogênio do interior da planta é retranslocado das folhas mais velhas para os pontos de crescimento. Podendo explicar a redução da parte aérea constata em mudas de *H. impetiginosus* submetidas ao maior manejo de restrição hídrica.

Para espécies de mudas, estudos documentam que, sob estresse hídrico, há um maior investimento no desenvolvimento das raízes, resultando em aumento de comprimento e de matéria seca da raiz, redução de matéria seca total (Parte aérea + raiz), diminuição da expansão foliar e, em alguns casos, a diminuição da produção de folhas (STEINBERG *et al.* 1990).

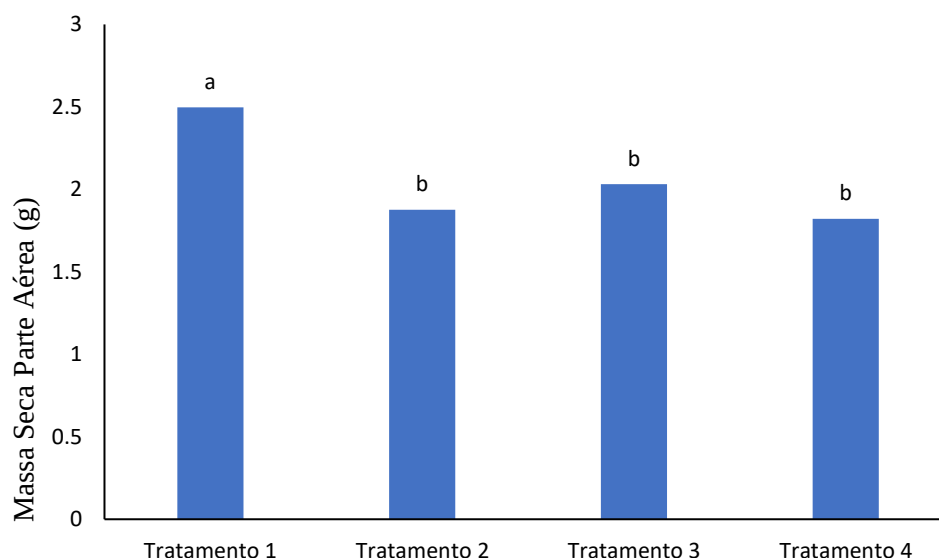


Figura 5 – Incremento de massa seca parte aérea mudas de *Cariniana estrellensis* submetidas à deficiência hídrica.

Conforme observado na Tabela 1, a intenção da condução em vasos foi avaliar a qualidade das mudas perante aos tratamentos de déficit hídrico, aumentando a restrição hídrica, observou-se que com a progressão dos dias houve uma piora nas condições das mudas, porém essa piora não foi relevante nos tratamentos apresentados, de modo que as mudas resistiram a rustificação por estresse hídrico.

Ao final dos 30 dias o tratamento 1 teve 40% de suas plantas mortas, 32% apresentaram sintomas severos de deficiência hídrica, 16% com moderada deficiência hídrica e 12% apresentaram uma leve deficiência hídrica. No tratamento 2, 16% das mudas morreram, 40% apresentaram sintomas severos de deficiência hídrica, 28% com moderada deficiência hídrica e 16% apresentaram uma leve deficiência hídrica. Para o tratamento 3, apresentou 56% de suas plantas mortas, 40% apresentaram sintomas severos de deficiência hídrica e 4% com moderada deficiência hídrica. E para o tratamento 4, apresentou 76% de suas plantas mortas, 20% apresentaram sintomas severos de deficiência hídrica e 4% com moderada deficiência hídrica.

Tabela 1 – Quantidade de mudas de *Cariniana estrellensis* afetadas pelo déficit hídrico aos 7, 15, 23 e 30 dias após o transplante para os vasos, em função do manejo hídrico durante a rustificação.

		7 dias após tratamento					15 dias após tratamento					23 dias após tratamento					30 dias após tratamento				
Manejo hídrico		SS	LDH	MDH	SDH	M	SS	LDH	MDH	SDH	M	SS	LDH	MDH	SDH	M	SS	LDH	MDH	SDH	M
B1																					
Duas vezes ao dia	T1	5	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	2	1	1	1	0	2	0	1	2
Intervalo de um dia	T2	4	1	0	0	0	2	2	1	0	0	0	3	1	1	0	0	2	1	1	1
A cada dois dias	T3	4	1	0	0	0	3	1	1	0	0	0	1	1	3	0	0	0	1	2	2
A cada 3 dias	T4	1	4	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	1	4	0	0	0	0	1	4
B2																					
Duas vezes ao dia	T1	5	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	3	1	1	0	0	1	2	1	1
Intervalo de um dia	T2	5	0	0	0	0	3	1	1	0	0	2	2	0	1	0	0	2	0	2	1
A cada dois dias	T3	4	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	1	4
A cada 3 dias	T4	1	3	1	0	0	1	3	0	1	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	5
B3																					
Duas vezes ao dia	T1	5	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	2	2	1	0	0	0	1	3	1
Intervalo de um dia	T2	4	1	0	0	0	2	2	1	0	0	0	2	2	1	0	0	0	1	2	2
A cada dois dias	T3	3	2	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	2	3
A cada 3 dias	T4	2	3	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	5
B4																					
Duas vezes ao dia	T1	5	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	1	4
Intervalo de um dia	T2	5	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	3	2	0
A cada dois dias	T3	2	3	0	0	0	2	1	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	3	2
A cada 3 dias	T4	2	3	0	0	0	3	1	1	0	0	0	2	1	2	0	0	0	1	2	2
B5																					
Duas vezes ao dia	T1	4	1	0	0	0	2	3	0	0		0	2	2	1	0	0	0	1	2	2
Intervalo de um dia	T2	3	2	0	0	0	3	2	0	0		0	1	3	1	0	0	0	2	3	0
A cada dois dias	T3	3	2	0	0	0	2	2	1	0		0	2	2	1	0	0	0	0	2	3
A cada 3 dias	T4	2	3	0	0	0	2	2	0	1		0	1	2	2	0	0	0	0	2	3

É possível obter uma melhoria na qualidade das plantas, tornando-as mais vigorosas, quando utilizadas técnicas adequadas para a produção das mudas, podendo haver alterações positivas nas características fisiológicas das plantas (PEREIRA *et. al.*, 2010). Ou seja, a rustificação traz uma melhora para as condições encontradas a campo.

É importante que as mudas sejam de qualidade, sendo assim melhor a adaptação e maior sobrevivência destas mudas, quando transplantadas para o campo.

Conclusões

Pode-se concluir que na primeira avaliação, a deficiência hídrica durante a rustificação das mudas de Jequitibá Branco não influenciou a qualidade fisiológica das plantas. Houve alterações das características morfológicas e fisiológicas. Para diâmetro do caule e altura de plantas não houve diferença significativa, já para número de folhas houve diferença significativa para o tratamento 1 comparado aos demais tratamentos. Também houve diferença significativa para massa seca de raiz, onde os tratamentos 1 e 2 obtiveram significância aos tratamentos 3 e 4. E também na comparação da massa seca da parte aérea houve diferença significativa, o tratamento 1 obteve diferença significativa aos demais tratamentos.

Na segunda avaliação, feita a rustificação das mudas e realizado o plantio em vasos, após 30 dias pode-se concluir que o tratamento 2 obteve um resultado superior aos demais tratamentos, e assim, conforme o resultado obtido nas condições estudadas sugere-se que para a rustificação de mudas de *Cariniana estrellensis*, o ideal é que sejam feitas regas alternando em dia sim e dia não.

Referências

- ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* em viveiro, submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 323-329, 2005.
- CARVALHO, D. P. De.; OLIVEIRA FILHO, A. I. De.; VILELA, E. De. A.; CURTI, B. **Florística e estrutura da vegetação arbórea de um fragmento de floresta ciliar do Alto São Francisco**. Brasília: Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, v.6, p.55-22, 2000.
- CARVALHO, P. E. R. C. **Jequitibá – Branco**. Colombo: Embrapa Floresta, 2003.
- FERRARI, M.P.; SHIMIZU, J.Y. **Cultivo do pinus**. Curitiba: Embrapa Florestas, 2005.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, 2014.

JACOBS, D. F.; LANDIS, T. D. Hardening. In: Dumroese RK, Luna T, Landis TD, editores. **Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries**. United States: Department of Agriculture, Forest Service; 2009.

HOPPE, J. M.; GENRO, C. J. M.; VARGAS, C. O.; FLORIANO, E. P.; REIS, E. R. Dos.; FORTES, R. O.; MULLER, I.; FARIAS, F. O.; CALEGARI, L.; DALACOSTA, L. P. E. **Produção de Sementes e Mudanças Florestais**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 6. **Lista de Flora Ameaçada**. Brasília: Meio Ambiente, 2008.

LIMA, P. R.; HORBACH, M. A.; DRANSKI, J. A. L.; ECCO, M.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Avaliação Morfofisiológica em mudas de *Handroanthus Impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos Durante rustificação. **Floresta e Ambiente**, 2014.

MACHADO, A.V. **Efeitos do estresse hídrico em plantas jovens de Hedyosmum brasiliense Mart. (Chloranthaceae)**. Universidade federal de Santa Catarina - Florianópolis, 2004.

PEREIRA, M.R.R.; SOUZA, G. S. F.; RODRIGUES, A.C.P.; MELHORANÇA FILHO, A.L.; KLAR, A.E. **Análise de crescimento em clones de Eucalipto submetidos à restrição hídrica**. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 98-110, 2010.

PIMENTEL, J.V.F.; GUERRA, H. O. C. Irrigação, matéria orgânica e cobertura morta na produção de mudas de cumaru (*Amburana cearensis*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 896-902, 2011.

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Relações água-solo-planta-atmosfera: Enrolamento e expansão das folhas de milho submetidas a déficit hídrico em diferentes solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.1-6, Campina Grande, PB, 1999.

SILVA, L. F. Da.; SILVA, M. L. Da.; CORDEIRO, S. A. Análise econômica de plantios de Jequitibá-Branco (*Cariniana estrellensis*). **Revista Agrogeoambiental**, v. 4, n. 2, 2012.

STEIMBERG, S.; McFARLAND, M.; WORTHINGTON, J.W. Comparison of trunk and branch sap flow with canopy transpiration in pecan. **Journal of Experimental Botany**, v.41, p.653-659, 1990.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2017.