



**Ensino Médio com Habilitação Profissional de
Técnico em Meio Ambiente**

UTILIZAÇÃO DE SERRAGEM PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

Araras/SP

2024



Ana Júlia Simões de Almeida Gonçalves

Emily Silva de Santana

Isabela Vitória Algarve Buchini

Larissa Mendes

Pietra Castellano

UTILIZAÇÃO DE SERRAGEM PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Meio Ambiente da Etec Prefeito Alberto Feres, orientado pelo Prof. Ezequiel Ortolan, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Ezequiel Ortolan, por ter sido nosso orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade. E também ao professor Alceu Seixas Júnior, pelas correções e ensinamentos que nos permitiram apresentar um melhor desempenho no nosso processo de formação profissional ao longo do curso.

Agradecemos também aos nossos pais e a todos que nos apoiaram durante a realização deste trabalho.

Resumo:

O consumo excessivo e a produção de resíduos são desafios ambientais e sociais críticos atualmente. A reciclagem e reutilização de resíduos é essencial para preservar recursos naturais e minimizar impactos ambientais, além de simbolizar a transformação social. Ela não só reduz o volume de resíduos, mas também promove a mudança de valores e comportamentos em direção ao desenvolvimento sustentável. (KRAUCZUK, 2019). Este trabalho irá abordar a comparação e utilização de serragem oriunda das atividades de produção madeireira com substratos comerciais e tradicionais na produção de mudas mediante dados de biomassa, crescimento de raiz, área foliar e altura das plantas. Os experimentos foram desenvolvidos no viveiro de plantas da ETEC Escola Técnica Estadual Prefeito Alberto Feres de Araras/SP. O delineamento experimental adotado, foi composto por 5 blocos constituídos por 3 unidades experimentais em cada bloco, dispostas de maneira aleatória, com total de 15 unidades, representadas igualmente pelas unidades 1, unidades 2 e unidades 3. As unidades experimentais foram representadas por 3 tipos de substratos, substrato comercial, terra com areia e terra com serragem. Em relação a altura das plantas, o grupo controle apresentou a maior altura entre os grupos, porém, a serragem não diferiu estatisticamente do grupo controle, a nível de significância $p > 0,05$. Enquanto em relação a variável raiz, área foliar e biomassa, as médias não obtiveram diferença significativa. A altura das plantas foi maior com a utilização do substrato comercial, visto que é um produto já conhecido e comercializado pela sua composição própria para o cultivo de plantas. A partir deste estudo podemos afirmar que a utilização de serragem como substrato alternativo, é viável e se torna eficiente na altura de plantas de *Cajanus cajan*, comparado ao substrato comercial.

Palavras-chaves: Reciclagem, Resíduos, Sustentabilidade, Serragem, Substrato.

Abstract:

Excessive consumption and waste production are critical environmental and social challenges today. Recycling and reusing waste is essential to preserve natural resources and minimize environmental impacts, in addition to symbolizing social transformation. It not only reduces the volume of waste, but also promotes a change in values and behaviors towards sustainable development. This work will address the comparison and use of sawdust from timber production activities with commercial and traditional substrates in the production of seedlings using data on biomass, root growth, leaf area and plant height. The experiments were developed in the plant nursery of ETEC Escola Técnica Estadual Prefeito Alberto Feres de Araras/SP. The experimental design adopted consisted of 5 blocks consisting of 3 experimental units in each block, arranged randomly, with a total of 15 units, equally represented by units 1, units 2 and units 3. The experimental units were represented by 3 types of substrates: commercial substrate, sand with soil and sawdust with soil. Regarding plant height, the control group had the highest height among the groups, however, the sawdust did not differ statistically from the control group, at a significance level of $p>0.05$. While in relation to the root, leaf area and biomass variables, the means did not show any difference. Plant height was greater with the use of the commercial substrate, since it is a product already known and marketed for its specific composition for plant cultivation. From this study, we can state that the use of sawdust as an alternative substrate is viable and becomes efficient in the height of *Cajanus cajan* plants, compared to the commercial substrate.

Keywords: Recycling, Waste, Sustainability, Sawdust, Substrate.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Delineamento experimental das plantas na estufa com os referentes substratos: areia, serragem e substrato10
- Figura 2** Estufa de circulação fechada em que foi realizada a etapa de secagem das plantas à 65°C por 48 horas11
- Figura 3** Teste de comparação de médias de Tukey com boxplots dos grupos, (A) areia, (S) substrato e (TS) serragem, referente a altura das plantas.....12
- Figura 4** Teste de comparação das médias pelo teste F referente a raiz das plantas em que não teve diferença entre as médias dos grupos (A) areia, (S) substrato e (TS) serragem13
- Figura 5:** Teste de comparação das médias pelo teste F referente a área foliar das plantas em que não teve diferença entre as médias dos grupos (A) areia, (S) substrato e (TS) serragem14
- Figura 6:** Biomassa em gramas dos tratamentos A (areia), S (substrato) e TS (serragem). Não houve diferença significativa entre os tratamentos14

SUMÁRIO

1. Introdução	8
2. Objetivos gerais:	9
3. Objetivos específicos:	10
4. Materiais e métodos	10
5. Resultados	12
6. Discussão.....	15
7. Conclusão	15
8. Referências Bibliográficas.....	17
9. Anexo	19

1. Introdução

O consumo excessivo e a produção de resíduos são desafios ambientais e sociais críticos atualmente. A reciclagem e reutilização de resíduos é essencial para preservar recursos naturais e minimizar impactos ambientais, além de simbolizar a transformação social. Ela não só reduz o volume de resíduos, mas também promove a mudança de valores e comportamentos em direção ao desenvolvimento sustentável (KRAUCZUK, 2019).

A necessidade de preservar os recursos naturais faz com que novas pesquisas sejam realizadas e o reaproveitamento de subprodutos se tornam essenciais para o planeta (YASIN, et al., 2023). Diversos resíduos estão sendo utilizados e eles devem apresentar uma boa relação de nutrientes, como nitrogênio e carbono, essenciais para o desenvolvimento das plantas (AL-HUQAIL, et al., 2022)

O reaproveitamento de resíduos de madeira, como a serragem, é um tema de grande importância tecnológica e ambiental. Segundo Fagundes (2003), os melhores índices de aproveitamento de toras de madeira serrada se estabelecem entre 35% e 55%. Segundo Dutra e Nascimento (2005), serragem representa 15,7% do total de resíduos gerados pela indústria madeireira, motivando assim, o estudo de aplicações para o aproveitamento de tais resíduos. (MELO et al., 2023).

A demanda por mudas de espécies florestais nativas aumentou (PINTO, et al., 2021) e a serragem dependendo do tempo de armazenamento pode ser usada como substrato sem a necessidade de realizar compostagem (BURÉS, 1997).

A serragem embora seja utilizada como fonte energética e também na fabricação do MDF, não é integralmente aproveitada e seu aproveitamento poderá reduzir gradativamente problemas como emissão de gases pela queima e também diminuir custos de produção de mudas nas atividades agrícola e florestal (Dutra, et al., 2014). O substrato ideal para o produtor deve ser de baixo custo, e também precisa ser

abundante, podendo utilizar resíduos industriais, como por exemplo, a serragem (NEVES, et al., 2010).

O substrato utilizado para a formação de mudas pode favorecer ou dificultar a germinação das sementes e o crescimento das plântulas e diversos substratos comerciais estão disponíveis e é de uso comum no setor de formação de mudas de diferentes espécies, contudo, novos materiais alternativos devem ser avaliados para reduzir os custos de produção (Klein, 2015).

A produção de mudas de espécies florestais, em quantidade e qualidade, é uma das fases mais importantes para este setor e que novos esforços têm sido realizados para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção das mudas, como exemplo, a utilização de serragem (Wendling, et al., 2007). Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento de plantas da espécie *Cajanus cajan* comparando diferentes substratos. Para isso, realizamos as medições de variáveis morfológicas das plantas, tais como, altura como indicador de diversas áreas da agricultura, comprimento da raiz que indica principalmente a capacidade de transporte de água e nutrientes, área foliar que correlaciona com a capacidade fotossintética da planta e biomassa que verifica o desenvolvimento da planta (Gallegos-Cedillo, et al., 2021). *Cajanus cajan* é uma leguminosa arbustiva perene pertencente à família Fabaceae, cultivada por sua vagem comestível, e é a sexta leguminosa mais consumida no mundo (RAVINAYAK et al. 2019).

2. Objetivos gerais:

O objetivo do presente trabalho é incentivar práticas de reutilização da serragem, dando-a um destino melhor e utilizando essa atividade como desenvolvimento de atitudes sustentáveis e éticas na comunidade.

Esse trabalho vai testar a hipótese do desenvolvimento de plantas em diferentes substratos comparados à serragem para analisar a sua eficiência no desenvolvimento de plantas.

3. Objetivos específicos:

Este trabalho irá abordar a comparação e utilização de serragem oriunda das atividades de produção madeireira com substratos comerciais e tradicionais na produção de mudas mediante dados de biomassa, crescimento de raiz, área foliar e altura das plantas.

4. Materiais e métodos

Os experimentos foram desenvolvidos no viveiro de plantas da ETEC Escola Técnica Estadual Prefeito Alberto Feres de Araras/SP.

O delineamento experimental adotado, foi composto por 5 blocos constituídos por 3 unidades experimentais em cada bloco, dispostas de maneira aleatória, com total de 15 unidades, representadas igualmente pelas unidades 1, unidades 2 e unidades 3. As unidades experimentais foram representadas por 3 tipos de substratos.



Figura 1 Delineamento experimental das plantas na estufa com os referentes substratos: areia, serragem e substrato

As unidades 1 foram constituídas de vasos de polietileno com capacidade para 1,0 L, que foram preenchidos com substrato comercial, totalizando 5 unidades. As unidades 2 foram constituídas de vasos de polietileno com capacidade para 1,0 L, que foram preenchidos com 50% de Latossolo oriundo da camada arável previamente

peneirada e 50% com areia fina, totalizando 5 unidades. Já as unidades 3 foram constituídas de vasos de polietileno com capacidade para 1,0 L, que foram preenchidos com 50% de Latossolo oriundo da camada arável previamente peneirado e 50% de serragem de madeira, totalizando também 5 unidades. As unidades 1 (substrato comercial) e 2 (terra com areia) serão o grupo controle (testemunha) e as unidades 3 serão o grupo tratamento para comparação com as alturas das plantas.

Em cada vaso foram semeadas 5 sementes de *Cajanus Cajan*, feijão guandu, a uma profundidade de 2,0 cm, de forma a garantir pelo menos 5 plantas por vaso. Diariamente os vasos foram irrigados cerca de 10mm e foram avaliados diariamente a presença da germinação das sementes.

O período de avaliação foi no 7/14/21/28 dias em que foram medidos a germinação e crescimento das plantas. No 28º dia, foram avaliados com relação à altura (cm), a partir da base até a inserção da primeira folha, à área foliar (cm²), biomassa seca da parte aérea (g). Após o corte das plantas rente ao solo, as plantas foram levadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 48 horas para obtenção da massa seca da parte aérea.



Figura 2 Estufa de circulação fechada em que foi realizada a etapa de secagem das plantas à 65°C por 48 horas

Para cada variável analisada, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância seguida do teste de Tukey para comparação das médias baseada na significância estatística ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas em R 4.2.2 (R Core Team, 2021).

5. Resultados

Em relação a altura das plantas, o grupo controle apresentou a maior altura entre os grupos, porém, a serragem não diferiu estatisticamente do grupo controle, a nível de significância $p > 0,05$, conforme figura 3. Já o grupo areia apresentou a menor altura. Todavia, a coleta de dados foi realizada com 28 dias, então ressaltamos a necessidade de um tempo maior, indicado por outros trabalhos que priorizam um período de aproximadamente 60 dias.

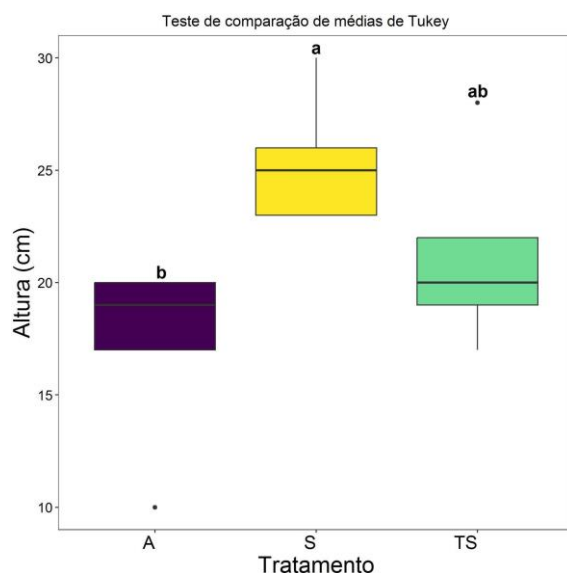


Figura 3 Teste de comparação de médias de Tukey com boxplots dos grupos, (A) areia, (S) substrato e (TS) serragem, referente a altura das plantas

Em relação a variável raiz, de acordo com o teste F as médias não podem ser consideradas diferentes, visto que algumas plantas, por exemplo, no grupo areia, apresentou um tamanho bem acima da média de seu grupo representado pelo boxplot

(roxo) e conseqüentemente fez com que as médias não se tornaram diferentes conforme a figura 4.

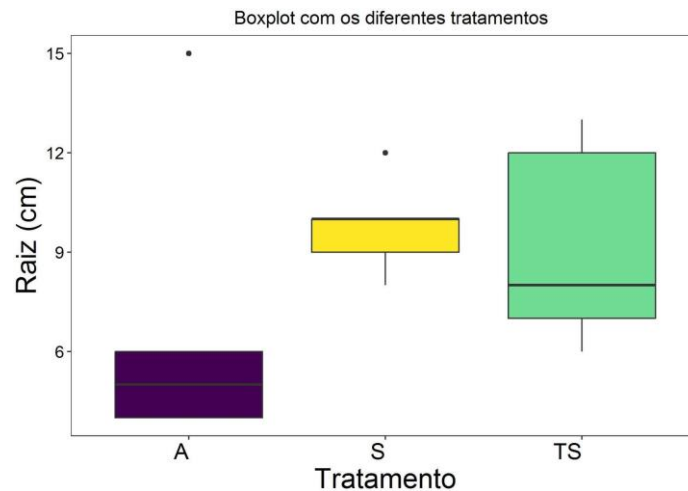


Figura 4 Teste de comparação das médias pelo teste F referente a raiz das plantas em que não teve diferença entre as médias dos grupos (A) areia, (S) substrato e (TS) serragem

Também não houve diferença significativa entre as médias dos grupos areia, substrato e serragem, na variável área foliar em que foi efetuada a medição das folhas. Embora a média representada pelo boxplot (roxo) referente ao grupo areia, tenha ficado bem abaixo dos grupos substrato e serragem, foram observadas plantas com área foliar de tamanho acima da média, e fez com que as médias não se diferenciasssem, conforme a figura 5.

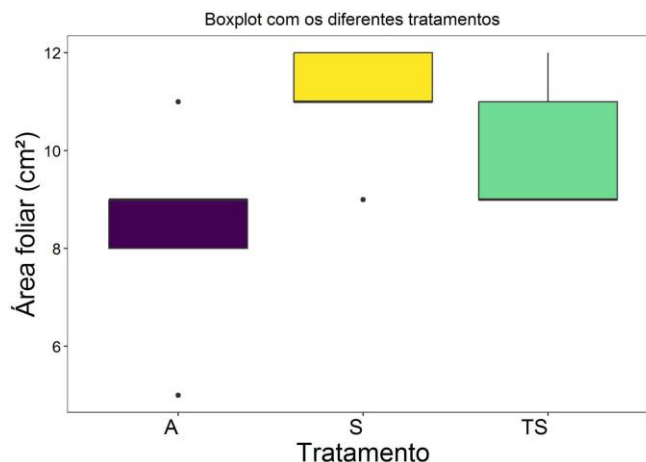


Figura 5: Teste de comparação das médias pelo teste F referente a área foliar das plantas em que não teve diferença entre as médias dos grupos (A) areia, (S) substrato e (TS) serragem

Por fim, a biomassa (g) também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos substrato, areia e serragem, como mostra a figura 6.

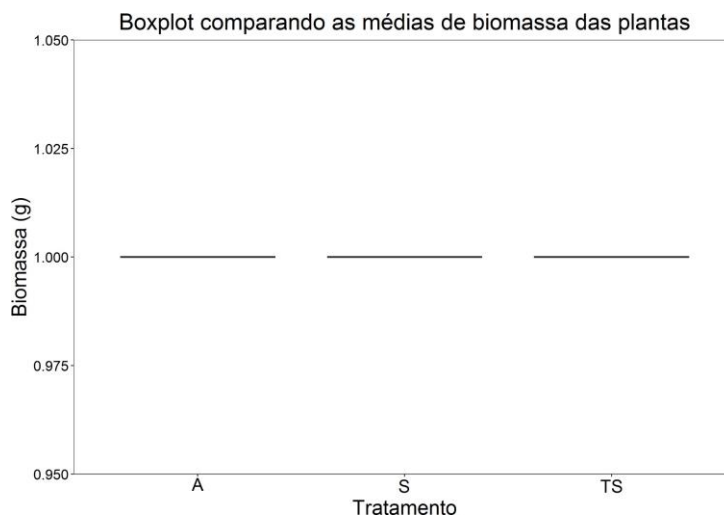


Figura 6: Biomassa em gramas dos tratamentos A (areia), S (substrato) e TS (serragem). Não houve diferença significativa entre os tratamentos

6. Discussão

A altura das plantas foi maior com a utilização do substrato comercial, visto que é um produto já conhecido e comercializado pela sua composição própria para o cultivo de plantas. Porém, a serragem não diferiu estatisticamente ($p < 0,05$), o que significa que a utilização deste produto terá sua efetividade na produção de plantas diversas. Já a areia ficou em terceiro lugar e diferiu estatisticamente de outros tratamentos. A utilização destes tipos de substratos demonstrou serem maiores em altura, em relação ao trabalho de (Mendonza-Prezoza, et al., 2023), considerando o período de tempo com aproximadamente 30 dias.

A média variável da raiz não diferiu entre os tratamentos, embora algumas plantas tiveram comprimentos maiores e menores, isso influenciou na igualdade entre suas médias. Situação idêntica em relação à área foliar em que as médias também não diferenciam-se entre si devido à presença de plantas com disparidade maior, ou menor de suas áreas foliares. Já na biomassa os tratamentos não se diferenciam entre si, provavelmente ao tempo de coleta dos dados serem feitos com 28 dias. Isso mostra a importância de coletar os dados com no mínimo 56 dias para atestar de fato se tem ou não diferenças significativas.

7. Conclusão

A partir deste estudo podemos afirmar que a utilização de serragem como substrato alternativo, é viável e se torna eficiente na altura de plantas de *Cajanus cajan*, comparado ao substrato comercial.

Em relação às demais variáveis como área foliar, comprimento da raiz e biomassa, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, a utilização de serragem não interferiu no desenvolvimento de *Cajanus cajan*, porém, ressaltamos que o período de tempo em que o trabalho de medições foi realizado pode ter influenciado nestes resultados. Sugerimos que pesquisas futuras sigam o recomendado com período maior.

Em resumo, foi concluído que a serragem pode ser utilizada como substrato, sendo uma boa alternativa devido ao seu baixo custo, e sustentabilidade ambiental,

podendo diminuir a produção e descarte desses resíduos, no qual terão uma utilidade melhor em sua etapa final.

8. Referências Bibliográficas

- Al-Huqail, A. A., Kumar, V., Kumar, R., Eid, E. m., Taher, M. A., Adelodun, B., Abou Faissal, S., Mioc, B., Drzaic, V., Goala, M., Kumar, P., & Siric, I. 2022. Sustainable valorization of four types of fruit peel waste for biogas recovery and use of digestate for radish (*raphanus sativus* l. cv. pusa himani) cultivation. Sustainability (switzerland), 14(16). <https://doi.org/10.3390/su141610224>.
- Burés, S. Sustratos. Madri: Agrotécnicas, 1997. 342 p.
- Dutra, R. I. J. P. e Nascimento, S. M. Resíduo de Indústria Madeireira. <http://www.jornaldomeioambiente.com.br/JMA-txtimportante/importante80.asp>, disponível em: . Acesso em: 05 nov. 2024.
- Dutra, T. R., Graziottii, P. H., Santana, R. C., & Massad, M. D. 2015. Qualidade de mudas copaíba produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. Floresta, 45(3), pp. 635–644. <https://doi.org/10.5380/uf.v45i3.35686>.
- Fagundes, H. A. V. 2003. Diagnóstico da produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado. UFRG. 173 p.
- Gallegos-Cedillo, V.M., Diánez, F., Nájera, C., & Santos, M. 2021. Características agronômicas de plantas podem prever qualidade e desempenho de campo: uma análise bibliométrica. Agronomia. 11 (11), 2305. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112305>.
- Klein, C. 2015. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. revista brasileira de energias renováveis, v.4, p. 43-63.
- Melo, L. M. de, Fernandes, L. N., Soares, M. G., Schmidt, V. C. R., & Lima, M. de. 2023. Perspectivas no aproveitamento de resíduos agroindustriais ricos em celulose para o

desenvolvimento de biopolímeros comestíveis. Revista perspectiva. 47(179), 117–132. <https://doi.org/10.31512/persp.v.47.n.179.2023.337.p.117-132>.

Mendoza-Predoza, S. I., Méndez-Gaona, E., Pérez-Cruz, k. u., hernández-livera, a., escalante-estrada, j. a. s., & domínguez-martínez, p. a. (2023). seed size and its effect on growth of seedlings of cajanus cajan. Revista Fitotecnia Mexicana. V. 46 (4), pp. 497–504. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4a.497>.

Neves, M. F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. O retrato da citricultura brasileira. Ribeirão Preto. In: Neves FM, ed. São Paulo: CitrusBR, p138.

Patlavath, R., Patel S. A., Albert D. S. 2019. Estudo da micoflora do solo rizosférico de cajanus cajan l. Millisp. em halol taluka de gujarat, Índia. Tropic Plant res. V. 6, pp. 462–466. <https://doi.org/10.22271/tpr.2019.v6.i3.056>.

Patlavath, R., Pillai, S. E., Gandhi, D., & Albert, S. 2022. Cajanus cajan shows multiple novel adaptations in response to regular mechanical stress. Journal of plant research. V. 135, n. (6), pp. 809–821. <https://doi.org/10.1007/s10265-022-01414-8>.

Pinto, V. V. F. 2022. Mudanças de Poincianella pluviosa (DC.) LP Queiroz produzidas em diferentes lâminas de irrigação e substratos compostos por lodo de esgoto e outros resíduos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ. Instituto de florestas. Monografia de Curso de graduação em engenharia florestal.

R core team., 2021. R: a language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing. Vienna, Austria. <https://www.rproject>.

Wendling, I., Guastala, D., Dedecek, R. 2007. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *ilex paraguariensis* st. hil. Revista árvore, Viçosa, V. 31, p. 209-220.

Yasin, M., Zia, M. U., Mahmood, A., Javaid, M. M., Nadeem, M. A., & Andreasen, C. 2023. Transforming bombax ceiba l. sawdust waste into a valuable growth substrate: an example with sugarcane. Bioresource technology reports. V. 23. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101582>.

9. Anexo

Altura das plantas

Quadro da análise de variância

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	2	168.13	84.067	5.7712	0.017538
Resíduo	12	174.80	14.567		
Total	14	342.93			

CV = 17.95 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

Valor-p: 0.9994178

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade de variância

valor-p: 0.7326547

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Médias

a	S	25.4
ab	TS	21.2

b A 17.2

Área foliar

Quadro da análise de variância

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	2	17.2	8.6000	3.1084	0.081704
Resíduo	12	33.2	2.7667		
Total	14	50.4			

CV = 16.97 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

Valor-p: 0.8456438

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade de variância

valor-p: 0.4994426

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

De acordo com o teste F, as médias não podem ser consideradas diferentes.

Níveis Médias

1 A 8.4

2 S 11.0
 3 TS 10.0

Raíz

Quadro da análise de variância

```
-----
                GL      SQ      QM      Fc      Pr>Fc
Tratamento    2      25.2  12.6  1.125  0.35661
Resíduo        12     134.4  11.2
Total          14     159.6
-----
```

CV = 38.91 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

Valor-p: 0.02278711

ATENÇÃO: a 5% de significância, os resíduos não podem ser considerados normais!

Teste de homogeneidade de variância

valor-p: 0.1356439

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

De acordo com o teste F, as médias não podem ser consideradas diferentes.

Níveis Médias

1 A 6.8

```

2      S      9.8
3      TS     9.2

```

```
-----
> kruskal.test(raiz ~ tratamento, dados raiz)
```

Kruskal-Wallis rank sum test

data: raiz by tratamento

Kruskal-Wallis chi-squared = 3.3348, df = 2, p-value = 0.1887

Biomassa seca

```

Df      Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
tratamento  2 9.860e-32 4.93e-32      1 0.397
Residuals  12 5.916e-31 4.93e-32

```

```
> TukeyHSD(anova)
```

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

```
Fit: aov(formula = biomassa ~ tratamento, data = dados_biomassa)
```

```
$tratamento
```

```

          diff          lwr          upr      p adj
S-A 3.330669e-16 -4.159009e-17 7.077239e-16 0.083552
TS-A 3.330669e-16 -4.159009e-17 7.077239e-16 0.083552
TS-S 0.000000e+00 -3.746570e-16 3.746570e-16 1.000000

```

```
> summary(anova)
```

```

          Df      Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
tratamento  2  9.860e-32  4.93e-32      1 0.397
Residuals  12 5.916e-31 4.93e-32

```

```
> TukeyHSD(anova)
```

```
Tukey multiple comparisons of means
```

```
95% family-wise confidence level
```

```
Fit: aov(formula = biomassa ~ tratamento, data = dados_biomassa)
```

```
$tratamento
```

	diff	lwr	upr	p adj
S-A	3.330669e-16	-4.159009e-17	7.077239e-16	0.083552
TS-A	3.330669e-16	-4.159009e-17	7.077239e-16	0.083552
TS-S	0.000000e+00	-3.746570e-16	3.746570e-16	1.000000