

Adubo Organomineral no Crescimento Inicial e Fisiologia de Mudanças de Tarumarana

Organomineral Fertilizer in the Initial Growth and Physiology, of Tarumarana Seedlings

Cristiane Ramos Vieira^{*a}; Maicon Marinho Vieira Araujo^b

^aUniversidade de Cuiabá, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. MT, Brasil.

^bUniversidade de Cuiabá. MT, Brasil.

*E-mail: cris00986@hotmail.com

Resumo

A adubação das mudas durante o processo de produção se faz necessário para que elas sejam obtidas o mais rápido possível e tenham qualidade nutricional e porte para o transplante para o campo. Uma das formas de aliar as características dos adubos minerais e orgânicos durante esse processo é a partir da utilização do adubo organomineral, cuja dose precisa ser estudada para cada espécie que se deseja produzir. Diante disso, o presente experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento inicial e a fisiologia de mudas de tarumarana (*Buchenavia tomentosa*) em diferentes doses de adubo organomineral. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com cinco doses (tratamentos) e cinco repetições, sendo: T0 – sem adição de adubo; T1 – 10 t ha⁻¹; T2 – 20 t ha⁻¹; T3 – 30 t ha⁻¹; T4 – 40 t ha⁻¹. Ao final de 90 dias, foram avaliadas as características morfológicas das mudas, verificando-se que a aplicação de adubo organomineral favoreceu o crescimento das mudas de tarumarana, recomendando-se a dose de 30 t ha⁻¹. Esse resultado foi reflexo da influência exercida pela adição do adubo nas características fisiológicas das mudas, como taxa líquida fotossintética, condutância estomática, concentração de CO₂, taxa transpiratória e eficiência no uso da água, que atingiram seus níveis adequados, para as mudas da tarumarana, na dose de 30 t ha⁻¹.

Palavras-chave: *Buchenavia tomentosa*. Adubação. Produção de Mudanças. Viveiro Florestal.

Abstract

The fertilization of seedlings during the production process is necessary, so that they are obtained as quickly as possible and have nutritional quality and size for transplanting to the field. One of the ways to combine the characteristics of mineral and organic fertilizers during this process is using organomineral fertilizer, but the dose of which needs to be studied for each species to be produced. Therefore, the present experiment was carried out to evaluate the initial growth and physiology of tarumarana (*Buchenavia tomentosa*) seedlings in different doses of organomineral fertilizer. The experiment was carried out in a completely randomized design with five doses (treatments) and five replications, as follows: T0 - no fertilizer added; T1 - 10 t ha⁻¹; T2 - 20 t ha⁻¹; T3 - 30 t ha⁻¹; T4 - 40 t ha⁻¹. At the end of 90 days, the morphological characteristics of the seedlings were evaluated, verifying that the application of organomineral fertilizer favored the growth of tarumarana seedlings, recommending a dose of 30 t ha⁻¹. This result was reflection of the influence exerted by the addition of fertilizer on the physiological characteristics of the seedlings. This result reflected the influence exerted by the addition of fertilizer on the physiological characteristics of the seedlings, such as photosynthetic liquid rate, stomatal conductance, CO₂ concentration, transpiratory rate and water use efficiency, which reached their adequate levels for tarumarana seedlings, at a dose of 30 t ha⁻¹.

Keywords: *Buchenavia tomentosa*. Fertilization. Seedlings production. Forest Nursery.

1 Introdução

A *Buchenavia tomentosa* Eichler, mais conhecida como tarumarana ou mirindiba, é uma espécie típica de Cerrado, que pertence à família Combretaceae. De acordo com Azevedo *et al.* (2015), ela possui ocorrência natural no Cerrado, nas fitofisionomias cerradão e mata latifoliada semidecídua, apresenta potencial apícola e é recomendada para a restauração florestal em áreas degradadas devido à grande procura dos seus frutos pela fauna regional.

Em um projeto de recuperação de áreas, muitas vezes, pode haver a necessidade de contemplar a introdução de espécies atrativas aos animais locais. Diante disso, o plantio de espécies como a tarumarana pode ser uma alternativa. Dessa forma, há necessidade de estimular a produção de mudas dessa

espécie e para isso, desenvolver estudos relacionados com seus requerimentos nutricionais para que se consiga produzir indivíduos mais vigorosos e mais aptos para o plantio no campo.

De acordo com Dutra *et al.* (2015) uma das formas de se produzir mudas de boa qualidade e que tenham maiores chances de sobrevivência após o transplante é através de uma nutrição equilibrada, utilizando-se das adubações minerais. Por isso, uma das etapas mais importantes da silvicultura é a definição da adubação ideal para cada espécie nas diversas etapas de seu desenvolvimento (Ciriello; Guerrini; Backes, 2014).

Atualmente, dentre os materiais que são utilizados nos viveiros, estão os adubos minerais comerciais e os adubos orgânicos. Um adubo mineral comercial possui os elementos essenciais às plantas nas formas como são assimilados. Por

isso, a utilização dos nutrientes oriundos desse adubo pode ser mais rápida. De acordo com Cardoso *et al.* (2016) o desenvolvimento adequado das mudas ocorrerá quando o solo for fértil e apresentar concentrações adequadas de nutrientes, principalmente N, P e K, cujas exigências pelas plantas são maiores que a capacidade de fornecimento do solo.

Os adubos orgânicos são fontes de matéria orgânica para o solo, proporcionando maior qualidade estrutural (Schimiguel *et al.*, 2014) além de serem utilizados para a nutrição do substrato e das plantas, reduzindo custos com a produção de mudas (Araújo *et al.*, 2017). Porém, os fertilizantes orgânicos têm o inconveniente de não apresentarem proporções fixas e definidas de NPK, ao contrário das fórmulas comerciais de fertilizantes minerais, onde sua composição pode ser balanceada de acordo com a planta e o solo (Sousa; Henrique; Korndörfer, 2012).

Existe uma alternativa que pode ser empregada e que possui as características desses dois tipos de adubos, porém, que ainda não é muito estudada para a produção de mudas de espécies florestais nativas, que são os organominerais. De acordo com Magalhães *et al.* (2017) com relação às mudas florestais, a avaliação de fertilizantes como os organominerais é praticamente inexistente.

A adubação organomineral tem a vantagem de conciliar os benefícios das adubações mineral e orgânica, compensando as limitações das duas (Oliveira *et al.*, 2015). Portanto, sua utilização pode ser considerada uma das alternativas para propiciar maior rendimento das culturas e melhor qualidade da produção (Andrade *et al.*, 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento inicial e a fisiologia das mudas de tarumarana em solo enriquecido com diferentes doses de adubo organomineral.

2 Material e Métodos

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia da Universidade de Cuiabá, situada no *campus* Beira Rio I, em Cuiabá – MT, nas coordenadas 15°37'28"S e 56°05'11"O. O clima predominante da região é o tropical de savana, segundo classificação de Köppen.

Os frutos de tarumarana foram coletados, ao chão, sob árvores matrizes escolhidas aleatoriamente e localizadas na Universidade Federal de Mato Grosso, *campus* Cuiabá, nas coordenadas 15°36'36"S e 56°03'57"O. A coleta se deu, diariamente, por um período de sete dias, sendo coletados frutos não atacados por pragas. Após esse processo, os frutos foram deixados em água por 48 horas para amolecimento da parte carnosa e facilitar sua retirada, mantendo-se, dessa forma, os pirênios (tegumento e embrião).

Os pirênios que ficaram sobrenadantes, em água, foram descartados, enquanto os viáveis foram submetidos à superação da dormência com a utilização da escarificação com nitrato de potássio a 0,4% por duas horas. Após escarificação, os pirênios foram colocados para germinar em sacolas plásticas de 10x20

cm preenchidas com substrato comercial. Transcorridos 25 dias da escarificação, começaram as emergências das plântulas e, após 30 dias, as mudas já estavam aptas ao transplante para os tratamentos testados no experimento.

O transplante foi realizado para sacolas plásticas de 40x50 cm com capacidade para dois quilos e ocorreu após a mistura do solo com o adubo organomineral. O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho distrófico com textura franco arenosa, coletado em área de Cerrado nativo do Instituto Federal de Mato Grosso, *campus* de São Vicente da Serra. Após coleta, uma amostra foi retirada, seca ao ar, peneirada em malha de 2 mm e submetida à caracterização química e física, seguindo métodos descritos pela Embrapa (2011), cujos resultados estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Análises química e física do solo

pH	K	P	H+Al	Al	Ca	Mg	SB
CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				
4,50	70,20	1,43	6,25	0,25	1,92	0,67	2,77
T	t	V	m	MO	Areia	Silte	Argila
cmol _c dm ⁻³		%		g kg ⁻¹			
9,02	3,02	30,71	8,28	34,61	538	54,30	407,70

pH em CaCl₂ – relação 1:2,5; H+Al – em acetato de cálcio; Al, Ca e Mg – em KCl 1N; P e K – em Mehlich; SB – soma de bases; T – capacidade de troca de cátions a pH 7,0; t – CTC efetiva; V% – saturação por bases, em %; m% – saturação por Al, em %; MO – Matéria orgânica a partir da queima em mufla; Areia, silte e argila – método do densímetro.

Fonte: dados da pesquisa.

O adubo organomineral granulado utilizado, foi um produto comercial a base de esterco de aves de postura, enriquecido com adubo mineral misto 4-14-8 + 8% de C orgânico, CTC total de 8 cmol_c dm⁻³ e umidade de 20%, conforme dados em rótulo. Esse adubo foi misturado ao solo e utilizado para preencher as sacolas de 40 x 50 cm, tendo como base, as doses testadas no experimento, em seguida, as mudas foram transplantadas.

Os tratamentos (doses) testados nesse experimento foram: T0 – sem adubo organomineral; T1 – 10 t ha⁻¹ de adubo organomineral; T2 – 20 t ha⁻¹ de adubo organomineral; T3 – 30 t ha⁻¹ de adubo organomineral; T4 – 40 t ha⁻¹ de adubo organomineral. Esses tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições.

Transcorridos 90 dias, contados a partir do transplante, as mudas foram avaliadas com base nas características fisiológicas e morfológicas apresentadas.

As características fisiológicas foram avaliadas em três plantas ainda vivas de cada tratamento, sendo: a taxa fotossintética líquida (A), a taxa transpiratória (E), a condutância estomática (gs) e a concentração intercelular de CO₂ (Ci). A eficiência intrínseca no uso de água (EIUA) foi obtida pela relação A/gs. Essas características foram medidas com o auxílio de um sistema portátil de medição de fotossíntese, modelo LI-6400 XP (LI-COR, Lincoln, NE, EUA). Para as medições, o aparelho foi ajustado para a temperatura de 28°C, umidade relativa de 60% e densidade de fluxo fotossinteticamente ativo de 1000 μmol m⁻² s⁻¹. Foram realizadas na primeira ou segunda folha totalmente expandida, a partir do ápice caulinar (geralmente a quarta ou

quinta folha), exposta à radiação solar e sem comprometimento fitossanitário. E, ocorreram no período diurno, entre 07:00 e 11:00 h (horário local), registrando-se os valores apenas após a estabilidade da condutância estomática.

As características morfológicas estudadas foram: altura da parte aérea (H), com régua graduada, medida da base do solo até a última folha da planta; diâmetro de colo (DC), medido com paquímetro digital; e a massa seca. Para análise da massa seca, as mudas foram seccionadas em parte aérea (MSPA) e parte radicular (MSPR), levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante e, em seguida, pesadas em balança semi-analítica. Com esses dados, foi possível determinar a relação H/DC; a relação H/MSPA; a relação MSPA/MSPR e; o índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme Dickson, Leaf, Hosner (1960).

Os dados foram interpretados por meio da análise de variância e posterior comparação de média, utilizando o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, para H, DC e MSPA, MSPR, no programa SISVAR. Em seguida, os gráficos foram plotados empregando-se o programa estatístico R. Para características como relação H/D, relação H/MSPA, relação MSPA/MSPR e IQD, a análise empregada foi a estatística descritiva.

3 Resultados e Discussão

3.1 Características morfológicas

Os resultados obtidos para o crescimento morfológico da tarumarana após 90 dias de submissão aos substratos com diferentes doses de adubo organomineral, estão apresentados nas Tabelas e Figuras apresentadas abaixo.

O Quadro 2 apresenta os dados para as análises estatísticas realizadas para as características morfológicas altura (H), diâmetro de colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da parte radicular (MSPR). Verifica-se que, para todas as características analisadas se observou significância entre as médias, com base nas doses de adubo organomineral.

Quadro 2 - Análise estatística para altura (H, em cm), diâmetro (DC, em mm), massa seca da parte aérea (MSPA, em g) e massa seca da parte radicular (MSPR, em g) de mudas de tarumarana submetidas a diferentes doses de adubo organomineral

Dose (mL)	H	DC	MSPA	MSPR
0	31,60 b	3,09 b	1,18 c	0,26 b
10	41,20 a	4,20 a	1,44 b	0,30 b
20	35,00 b	3,34 b	1,32 b	0,37 b
30	34,60 b	3,40 b	2,75 a	0,81 a
40	31,00 b	3,42 b	1,01 c	0,34 b
CV (%)	10,3	6,2	11,1	21,9

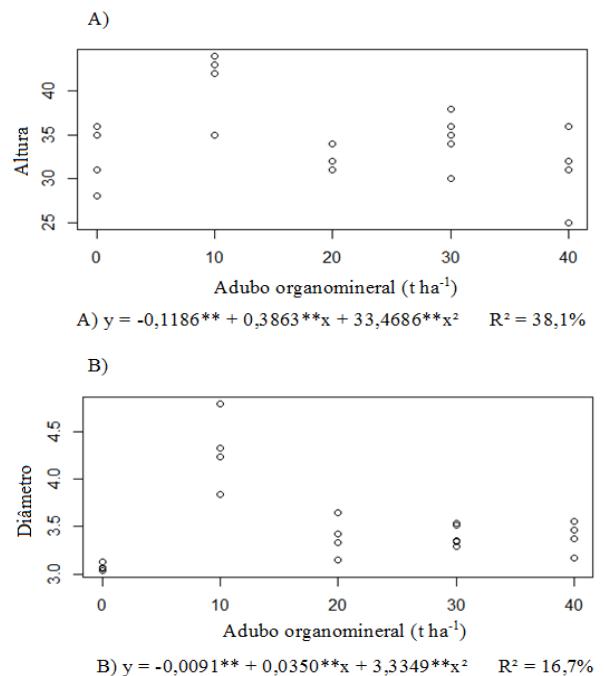
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

O crescimento em altura (Quadro 1) foi maior ao utilizar o adubo organomineral na dose de 10 t ha⁻¹, quando atingiu 41,2 cm. Ao comparar essa média com a obtida no tratamento sem adição de adubo, verifica-se que esse crescimento foi 23,3% superior no tratamento com adubo. Esse crescimento foi

quadrático (Figura 1A), pois os valores foram crescentes até a dose de 10 t ha⁻¹, quando as plantas atingiram seu máximo em altura, seguido por uma redução a partir da dose de 20 t ha⁻¹.

Figura 1 - Altura (H, em cm) e diâmetro de colo (DC, em mm) de mudas de tarumarana após 90 dias de submissão a diferentes doses de adubo organomineral



Fonte: dados da pesquisa.

Isso indica que, a aplicação do adubo organomineral pode ser uma opção para o crescimento inicial das mudas de tarumarana, principalmente quando se deseja produzir mudas de maneira mais rápida. Considerando que, as plantas, em geral, devem estar com altura entre 20 e 40 cm, para que estejam aptas para o plantio no campo (Xavier, Wendling, Silva, 2009), as mudas advindas de qualquer um dos tratamentos testados estariam aptas ao transplante para o campo. Porém, na dose de 10 t ha⁻¹, essas mudas atingiram esses valores anteriormente aos demais tratamentos. O que é algo desejável para um viveiro, principalmente, se este for comercial, porque permite produzir mais mudas em menos tempo.

Para o crescimento em diâmetro (Figura 1B), o resultado foi semelhante. Nesse caso, as mudas submetidas ao tratamento 1 (10 t ha⁻¹) apresentaram a maior média, com ajuste de equação quadrática. Em T1, a média obtida foi de 4,20 mm, um crescimento 26,4% superior, se comparado ao tratamento controle, com 3,09 mm. Esses resultados são importantes porque, de acordo com Souza, Oliveira, Lima (2006), mudas com o maior incremento em diâmetro possuem maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. Dessa forma, maior a garantia de pegamento e sobrevivência no campo.

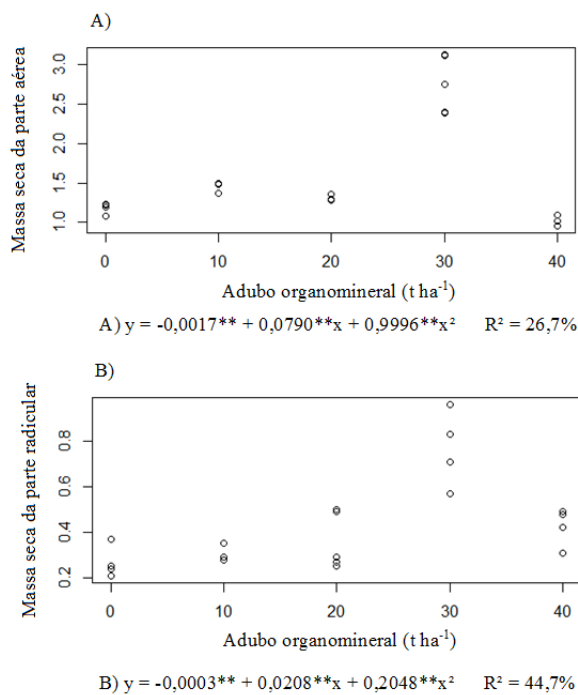
No caso do diâmetro, Xavier, Wendling e Silva (2009) recomendam que este crescimento seja de, no mínimo 2 mm para que as plantas possam ser transplantadas para o campo e

tenham maior capacidade de sobrevivência. Na dose de 10 t ha⁻¹, as mudas de tarumarana atingiram esse valor em menos tempo, o que é mais favorável quando se trata de mudas de valor comercial, já que essas ficam menos tempo no viveiro. Como comentado anteriormente, além disso, altura e diâmetro são as características mais observadas quando o objetivo é indicar se a muda tem qualidade para o plantio no campo.

No entanto, em qualquer um dos tratamentos em que se aplicou adubo organomineral, o crescimento foi superior ao controle, o que está relacionado com a capacidade nutritiva do adubo que, possivelmente, aumentou a disponibilidade de nutrientes para as mudas de tarumarana, em comparação com o tratamento em que este não foi utilizado.

Diferentemente do crescimento em altura e em diâmetro, as maiores produções de massa seca, tanto da parte aérea quanto radicular, se deram nas mudas submetidas ao tratamento com 30 t ha⁻¹ de adubo organomineral. No caso da parte aérea (Figura 2A), a produção foi 57,1% superior em relação à observada no tratamento sem adubo, com ajuste de equação quadrática.

Figura 2 - Massa seca da parte aérea (MSPA, em g) e massa seca da parte radicular (MSPR, em g) em mudas de tarumarana após 90 dias de submissão a diferentes doses de adubo organomineral



Fonte: dados da pesquisa.

Esses resultados são interessantes porque indica que a utilização de adubo organomineral aumenta a produção de massa seca das folhas nas mudas de tarumarana e, por sua vez, sua capacidade fotossintética da planta, conseqüentemente, aumenta sua capacidade de crescimento. Essa característica indica a rusticidade de uma muda, sendo que os maiores valores representam muda mais lignificada e rústica, com maior potencial de produção em ambientes com condições adversas (Gomes; Paiva, 2013).

Na parte radicular (Figura 2B), a produção foi 67,9%

superior em relação ao tratamento sem adubação, ajustando-se equação quadrática decrescente. Resultados interessantes já que, a produção de massa seca na parte radicular está relacionada com a produção de raízes das mudas e, as raízes, conseqüentemente, estão relacionadas com a capacidade de absorção dessas mudas. Isso pode favorecer o crescimento total das plantas porque, juntamente com a água, as raízes absorvem os nutrientes que as plantas precisam para o seu crescimento. A produção de massa de raízes tem relação com a sobrevivência dessas mudas após o plantio, pois se relacionam com a sua capacidade em absorver água e nutrientes e, portanto, quanto mais desenvolvido, mais resistente essa planta será.

De acordo com Carneiro (1995), o melhor crescimento da raiz é importante para dar suporte à massa verde produzida pelas plantas, sendo esse crescimento em conseqüência da qualidade dos substratos (propriedades químicas e físicas). Já que, a geometria das raízes influencia o crescimento da planta e a aquisição de nutrientes (Stahl *et al.*, 2013). Dessa forma, pode-se dizer que, a aplicação do adubo organomineral, favorece a produção de massa seca, porque melhora as condições do solo utilizado na produção de mudas de tarumarana, sendo esta espécie, responsiva a essa aplicação.

Verifica-se, portanto, que, o tratamento que promoveu o maior crescimento em altura e em diâmetro não foi o mesmo que promoveu a maior produção de massa seca das mudas de tarumarana. Porém, ao analisar as características altura e diâmetro, vê-se que, o tratamento com 30 t ha⁻¹ foi um dos mais favoráveis, obtendo-se médias inferiores apenas ao tratamento com 10 t ha⁻¹. Neste caso, no tratamento com 30 t ha⁻¹, observou-se diferença de 16% e 19%, em altura e em diâmetro, respectivamente, quando comparado com a aplicação de 10 t ha⁻¹ de adubo organomineral.

Os resultados obtidos para as características: relação altura e diâmetro (H/DC), relação altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA); relação massa seca da parte aérea e massa seca da parte radicular (MSPA/MSPR); e para o índice de qualidade de Dickson (IQD), estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Estatística descrita para relação altura/diâmetro (H/DC), relação altura/massa seca aérea (H/MSPA), relação massa seca aérea/massa seca radicular (MSPA/MSPR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de tarumarana após submissão a diferentes doses de adubo organomineral

Variável	H/DC	H/MSPA	MSPA/MSPR	IQD
Média	9,84	24,75	3,87	0,146
Erro padrão	0,12	1,30	0,18	0,013
Desvio padrão	0,61	6,53	0,90	0,063
Variância	0,38	42,63	0,80	0,004
Mínimo	8,73	10,93	2,00	0,090
Máximo	10,83	31,8	4,96	0,308

Fonte: dados da pesquisa.

A relação H/D é outra característica capaz de indicar sobre a qualidade da muda. Neste caso, as médias foram superiores a 10 nos tratamentos sem adubo e com 30 t ha⁻¹ do adubo organomineral. Enquanto a menor foi observada nas mudas

submetidas à dose de 40 t ha⁻¹.

Segundo Moreira e Moreira (1996) a relação H/D indica o padrão de qualidade das mudas e, pode ser utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo (Arthur; Cruz; Ferreira, 2007). Nesse caso, as menores médias indicam crescimento mais equilibrado entre a parte aérea e a radicular, o que foi observado nos tratamentos com adubação organomineral, já que na testemunha se observou a maior média para essa característica. Com destaque para a dose de 40 t ha⁻¹, comprovando que a aplicação de adubo organomineral pode ser uma forma de melhorar e até de antecipar o crescimento e a obtenção de mudas de tarumarana aptas para o plantio no campo. Resultados em concordância com o que foi observado para o crescimento em altura e em diâmetro, confirmando que, principalmente, no T1 esse crescimento foi equilibrado (considerando tanto altura quanto o diâmetro) entre as partes das plantas.

A característica dita por H/MSPA está relacionada com a diferença (ou semelhança) entre o crescimento da parte aérea e a produção de biomassa na parte aérea das mudas. O interessante, quando se trata de mudas de qualidade é que esses valores sejam os menores possíveis, pois indica menos diferença entre essas características. Já que, o que se deseja é que, à medida que a planta cresce, ela produza biomassa suficiente para lhe dar suporte. Essa situação foi observada no tratamento com 30 t ha⁻¹ de adubo organomineral com média de 12,8. Enquanto, as maiores médias para essa relação foi observada ao aplicar 10 ou 40 t ha⁻¹ do adubo, provavelmente, em função da produção de massa seca.

Já para a relação MSPA/MSPR, as mudas na dose de 40 t ha⁻¹ apresentaram a menor média e as mudas nas doses de 0 e de 10 t ha⁻¹ do adubo organomineral apresentaram as maiores médias. O que indica que existe um desenvolvimento menos proporcional entre a parte aérea e a parte radicular em plantas submetidas às doses de 0 e de 10 t ha⁻¹ de organomineral. Característica não desejável para qualificar uma muda para o plantio no campo, já que, um maior crescimento no tratamento com 10 t ha⁻¹ de organomineral, porém, com menor produção de massa, poderia estar relacionada com o estiolamento de algumas mudas.

Os resultados observados para o IQD comprovam que, o tratamento com 30 t ha⁻¹ de adubo organomineral foi o mais favorável para o crescimento das mudas de tarumarana, já que, a maior média para essa característica foi observada nesse tratamento. De acordo com Fonseca *et al.* (2002), o IQD é um cálculo confiável para indicar a qualidade das mudas porque, para isso, são considerados, a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa das mudas, ponderando os resultados de vários atributos empregados na avaliação da qualidade dessas mudas.

Verifica-se que, a aplicação de 30 t ha⁻¹, apesar de não ter propiciado as maiores médias para altura e diâmetro,

promoveu um crescimento proporcional entre as diferentes partes das plantas, o que pode ser conferido ao observar as características morfológicas analisadas.

3.2 Características fisiológicas

O Quadro 4 apresenta os dados para as análises estatísticas realizadas para as características morfológicas taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (gs), concentração intercelular (Ci), taxa transpiratória (E) e eficiência intrínseca no uso de água (EUA).

Verifica-se que, para todas as características analisadas se observou significância entre as médias, com base nas doses de adubo organomineral.

Quadro 4 - Análise estatística para taxa fotossintética líquida (A, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração intercelular de CO₂ (Ci, em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa transpiratória (E, em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e eficiência intrínseca no uso de água (EUA, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de mudas de tarumarana submetidas a diferentes doses de adubo organomineral

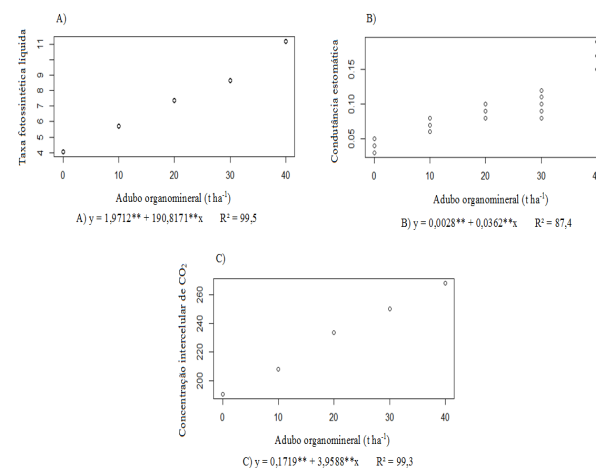
Dose (mL)	A	gs	Ci	E	EUA
0	4,06 e	0,04 d	190,72 e	1,08 e	107,51 a
10	5,71 d	0,07 c	208,21 d	1,81 d	81,25 b
20	7,36 c	0,09 b	233,75 c	2,11 c	83,20 c
30	8,66 b	0,10 b	250,31 b	2,43 b	92,63 d
40	11,19 a	0,17 a	268,22 a	3,11 a	66,66 e
CV (%)	0,1	12,6	0,01	0,6	0,01

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

A maior taxa líquida fotossintética foi observada nas mudas submetidas ao tratamento com 40 t ha⁻¹ de adubo organomineral e a menor para as mudas sem adubação, um aumento de 63,7% nesse tratamento com adubação. Dessa forma, ajustou-se equação linear crescente (Figura 3A).

Figura 3 - Taxa fotossintética líquida (A, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração intercelular de CO₂ (Ci, em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), em mudas de tarumarana submetidas a diferentes doses de adubo organomineral



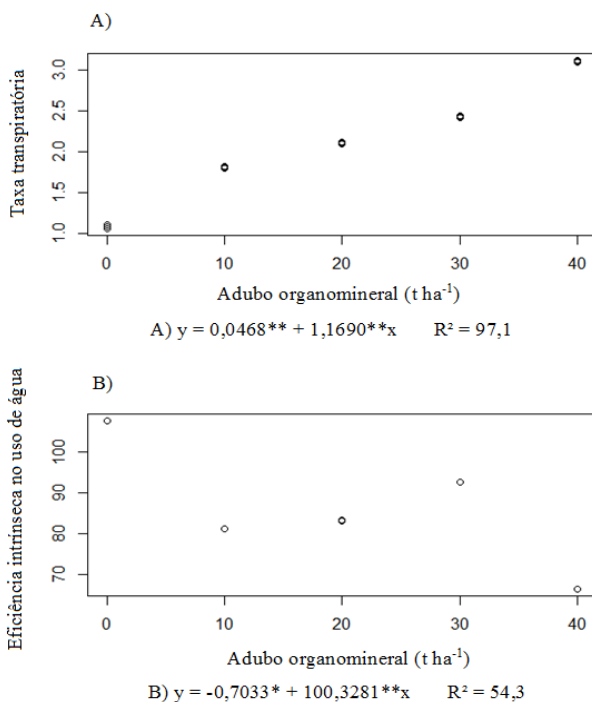
Fonte: dados da pesquisa.

Esse aumento, para mudas nessa dose, também foi

constatado quando se analisou a condutância estomática e a concentração intracelular de CO_2 . Porém, isso não teve influência no maior crescimento e produção de massa nas mudas de tarumarana. Provavelmente, em função de alguma inibição que possa ter ocorrido entre os nutrientes, nesta que foi a maior dose aplicada. Enquanto, a taxa observada na dose de 30 t ha^{-1} parece ter sido suficiente para garantir o maior crescimento e desenvolvimento das mudas.

Resultados semelhantes foram observados ao analisar a condutância estomática (Figura 3B), concentração intracelular de CO_2 (Figura 3C) e taxa transpiratória (Figura 4A), que foi maior para as mudas submetidas à dose de 40 t ha^{-1} . Porém, como o ajuste foi de equação linear. No entanto, verifica-se que, em todos os tratamentos em que se utilizou a complementação com adubo organomineral, as médias para as mudas na dose de 30 t ha^{-1} foram umas das maiores. O que auxilia a explicar os resultados obtidos na parte morfológica das mudas.

Figura 4 - Taxa transpiratória (E , em $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e eficiência intrínseca no uso de água (EIUA, em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), em mudas de tarumarana submetidas a diferentes doses de adubo organomineral.



Fonte: dados da pesquisa.

Portanto, a taxa líquida fotossintética parece ter sido a ideal para a espécie, na dose de 30 t ha^{-1} de adubo organomineral, indicando que, taxas maiores não proporcionarão mudas maiores ou maior produção de massa seca. O fechamento estomático e a consequente redução do fluxo normal de CO_2 em direção ao sítio de carboxilação constituem um dos principais responsáveis pela redução da fotossíntese, sendo a água um dos fatores fundamentais responsáveis pelo processo que regula a abertura ou fechamento dos estômatos (Bosco *et al.*,

2009). No entanto, essa taxa fotossintética, parece ter garantido a concentração e utilização, adequadas, do CO_2 e, a condutância estomática favorável. Isso porque, se as concentrações de CO_2 intercelulares são muito baixas, o influxo deste componente nas células do mesófilo é restringido; assim, a planta utiliza o CO_2 proveniente da respiração para manter um nível mínimo de taxa fotossintética, tornando-a limitada (Taiz; Zeiger, 2013). Características que poderia ter, como consequência o menor crescimento ou produção de massa, o que não foi observado nesse caso, por isso, essas parecem ser as taxas ideais para as mudas de tarumarana.

Nesse caso, em um menor grau de abertura estomática, estratégia que a planta utilizou para reduzir a perda d'água, a eficiência no uso da água foi maior, o que, de acordo com Silva *et al.* (2015) auxilia a manter o equilíbrio hídrico. Verificando-se que, a dose de adubo organomineral influencia na eficiência das mudas de tarumarana em usar a água, porque reduziu a taxa transpiratória, dessa forma, a perda de água se manteve à uma taxa favorável para a espécie. Como a eficiência no uso da água foi maior, a planta teve água e nutrientes em teores adequados para o seu crescimento e desenvolvimento, já que a planta se nutre pelo processo de absorção, portanto, os nutrientes precisam estar dissolvidos na água.

Dentre os tratamentos com adição de adubo organomineral, as mudas na dose de 0 t ha^{-1} apresentaram a maior média para a eficiência intrínseca no uso da água (Figura 4B), resultado que não se refletiu no maior crescimento ou produção de massa seca para as mudas de tarumarana. De acordo com Ferraz *et al.* (2012) as plantas quando estão sob algum tipo de estresse reduzem a condutância estomática e a transpiração e aumentam a eficiência do uso da água. O que, nesse caso, parece ter sido desvantagem, já que, a adição de organomineral, pode ter provocado esse "estresse", que prejudicou o crescimento na ausência de adubação. Comprovando-se, dessa forma, a necessidade de utilizar do adubo para melhorar as condições do substrato para a produção de mudas de tarumarana.

4 Conclusão

A adição de adubo organomineral favorece o crescimento morfológico das mudas de tarumarana.

A dose recomendada de adubo organomineral foi de 30 t ha^{-1} , pois proporcionou a obtenção de mudas de melhor qualidade.

A aplicação de adubo organomineral para compor o substrato influencia nas características fisiológicas das mudas de tarumarana, cujos valores para a taxa líquida fotossintética, condutância estomática, concentração de CO_2 , taxa transpiratória e eficiência no uso da água, na dose de 30 t ha^{-1} , foram favoráveis para o crescimento das mudas de tarumarana.

Referências

- ANDRADE, E.M.G. *et al.* Adubação organomineral em hortaliças folhosas, frutos e raízes. *Rev. Ver.*, v.7, n.3, p.7-11, 2012.
- ARAÚJO, E. F. *et al.* Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. *Nat.*, v.5, n.1, p.16-23, 2017. doi: <https://doi.org/10.31413/nativa.v5i1.3701>.
- ARTHUR, G.A.; CRUZ, P.C.M.; FERREIRA, E.M. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. *Pesq. Agrop. Bra.*, v.42, n.6, p.843-850, 2007. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600011>.
- AZEVEDO, M.I.R.; PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. Efeitos de substratos, luz e temperatura na germinação de sementes de *Buchenavia tomentosa* Eichler (merindiba) em condições de laboratório. *Agri. Sci.*, v.1, n.1, p.11-22, 2015.
- BOSCO, M.R.O. *et al.* Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. *Rev. Cer.*, v.56, p.296-302, 2009.
- CARDOSO, A.A.S. *et al.* Respostas nutricionais de mudas de sumaúma à adubação nitrogenada, fosfatada e potássica. *Cie.*, v.44, n.3, p.421-430.
- CARNEIRO, J.G.A. *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: FUEP, 1995.
- CIRIELLO, V.; GUERRINI, I.A.; BACKES, C. Doses de nitrogênio no crescimento inicial e nutrição de plantas de guanandi. *Cer.*, v.20, n.4, p.653-660, 2014. doi: <https://doi.org/10.1590/01047760201420041445>.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. *For. Chr.*, v.36, p.10-13, 1960. doi: [10.5558/tfc36010-1](https://doi.org/10.5558/tfc36010-1)
- DUTRA, T.R. *et al.* Crescimento de mudas de umburana (*Amburana cearensis*) em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. *Agrop. Cie. Sem.*, v.11, n.4, p.42-52, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v11i4.694>.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2. ed. 2011.
- FERRAZ, R.L.S. *et al.* Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. *Pesq. Agrop. Trop.*, v.42, n.2, p.181-188, 2012. doi: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000200010>.
- FONSECA, E.P. *et al.* Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Rev. Arv.*, v.26, n.4, p.515-523, 2002. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000400015>.
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. *Viveiros florestais: propagação sexuada*. Viçosa: UFV, 2013.
- MAGALHÃES, C.A.S. *et al.* Eficiência de fertilizantes organominerais fosfatados em mudas de eucalipto. *Rev. Sci. Agr.*, v.18, n.4, p.80-85, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i4.52247>.
- MOREIRA, F.M.S.; MOREIRA, F.W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. *Act. Amaz.*, v.26, n.1/2, p.3-16, 1996. doi: <https://doi.org/10.1590/1809-43921996261016>.
- OLIVEIRA, A.P.G. *et al.* Potencialidade do uso de substrato organomineral no desenvolvimento de rabanete. *Enc. Bio.*, v.11, n.2, p.173-181, 2015.
- SCHIMIGUEL, R. *et al.* Estabilidade de agregados do solo devido a sistemas de cultivo. *Syn. Sci.*, v.9, n.1, s.p., 2014.
- SILVA, F.G. *et al.* Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. *Rev. Bras. Eng. Agr. Amb.*, v.19, n.10, p.946-952, 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p946-952>.
- SOUSA, R.T.X.; HENRIQUE, H.M.; KORNDÖRFER, G.H. *Teste de performance em híbridos de Milho com uso de Geofert em Santana de Vargem - MG*. Minas Gerais: Empresa Geociclo, 2012.
- SOUZA, C.A.M.; OLIVEIRA, R.B.; LIMA, J.S.S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. *Cie. Flor.*, v.16, n.3, p.243-249, 2006. doi: <https://doi.org/10.5902/198050981905>.
- STAHL, J. *et al.* Produção de massa seca e eficiência nutricional de clones de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus benthamii* em função da adição de doses de fósforo ao solo. *Cie. Flor.*, v. 23, n.2, p.287-295, 2013. doi: <https://doi.org/10.5902/198050989275>.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 5. ed. 2013.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. Viçosa: UFV, 2009.