

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

**NITROGÊNIO E FÓSFORO NO CRESCIMENTO INICIAL
DE CEDRO AUSTRALIANO (*Toona ciliata* var. *australis*)**

AMANDA BAHIANO PASSOS SOUSA

CRUZ DAS ALMAS – BA

2018

AMANDA BAHIANO PASSOS SOUSA

**NITROGÊNIO E FÓSFORO NO CRESCIMENTO INICIAL
DE CEDRO AUSTRALIANO (*Toona ciliata* var. *australis*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB pela estudante Amanda Bahiano Passos Sousa como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob orientação do professora Paula Ângela Umbelino Guedes Alcoforado.

Orientadora: Dra. Paula Ângela Umbelino Guedes Alcoforado.

CRUZ DAS ALMAS – BA

2018

AMANDA BAHIANO PASSOS SOUSA

**NITROGÊNIO E FÓSFORO NO CRESCIMENTO INICIAL
DE CEDRO AUSTRALIANO (*Toona ciliata* var. *australis*)**

Trabalho de conclusão submetido ao Colegiado de Graduação de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovado em 08 / 03 / 2018



Prof. Dr. Luciano da Silva Souza/

UFRB

Banca



Profa. Dra. Rozimar Campos Pereira/

UFRB

Banca



Profa. Dra. Paula Ângela Umbelino Guedes

Alcoforado/ UFRB

(Orientador)

CRUZ DAS ALMAS - BA

2018

Dedico este trabalho a Deus e à minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que sou, pelo dom da vida, por estar sempre ao meu lado e no centro de todas as minhas decisões.

Agradeço ao meu pai, Gilberto, por todo amor e carinho, e à minha mãe, Eliete, por toda dedicação, amor e esforço, sem ela eu não estaria onde estou, sou grata por tudo que fez e faz por mim.

Ao meu irmão pelo companheirismo.

Ao meu namorado, Jorge, pelos cuidados e apoio.

Às minhas amigas de curso: Beatriz, Karol, Raíssa, Nídia, Layana, Taline, Juliana, agradeço pela amizade, pelas risadas, por toda a ajuda e companheirismo durante o curso.

À minha amiga Fernanda, que está comigo desde o começo.

À Camilo, que esteve comigo durante toda a caminhada de desenvolvimento deste trabalho.

À minha orientadora Paula Ângela, pelo acolhimento e por toda atenção e comprometimento.

Agradeço à professora Rosimar Campos por não medir esforços para me ajudar no que precisei.

A todos professores, técnicos e funcionários que contribuíram para minha formação.

A toda turma de Engenharia Florestal 2013.1.

Obrigada!

RESUMO

O objetivo deste estudo foi testar diferentes doses de nitrogênio e fósforo no crescimento inicial do cedro australiano para avaliar qual o melhor tratamento para o desenvolvimento inicial da espécie. O estudo foi realizado em casa de vegetação e o solo utilizado para compor o substrato foi o latossolo amarelo distrófico. Os tratamentos constituíram de 4 doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 mg/dm³) e 5 doses de fósforo (0, 150, 300, 450 e 600 mg/dm³). O delineamento foi inteiramente casualizado com 3 repetições totalizando 60 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por uma muda cultivada em vasos com capacidade de 1,7 dm³. Verificou-se respostas positivas às doses de fósforo e nitrogênio para todas as variáveis avaliadas. As doses que proporcionaram máximo crescimento da espécie, para a maioria das variáveis avaliadas, foram 50 mg/dm³ de nitrogênio e 150 mg/dm³ de fósforo.

Palavras Chave: *Toona ciliata*, exigência nutricional, macronutrientes.

ABSTRACT

The objective of this study was to test different doses of nitrogen and phosphorus in the initial growth of Australian cedar to verify what the best treatment for the initial development of the species. The study was conducted in a greenhouse and the soil used to compose the substrate was the yellow dystrophic latosol. The treatments were constituted of 4 doses of nitrogen (0, 50, 100 and 150 mg/dm³) and 5 doses of phosphorus (0, 150, 300, 450 and 600 mg/dm³). The design was completely randomized with 3 repetitions, totalizing 60 experimental units. Each experimental unit was composed by cultivating a cutting in pots with capacity of 1,7 dm³. Significant results were verified to doses of nitrogen and phosphorus for all the variables evaluated. The doses that provided maximum growth of the species for the majority of the variables evaluated were 50 mg/dm³ of nitrogen and 150 mg/dm³ of phosphorus.

Keywords: *Toona ciliata*, nutritional requirement, macronutrients.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Solo encubado com calcário dolomítico em sacos de polietileno.....	13
Figura 2 – <i>T. ciliata</i> em vasos com capacidade de 1,7dm ³ , após transplântio.	14
Figura 3 - <i>T. ciliata</i> em vasos com capacidade de 1,7 dm ³ , após transplântio.....	14
Figura 4 – Altura de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de fósforo para dose N0.	17
Figura 5 – Altura de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de fósforo para dose N50.	17
Figura 6 – Altura de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de fósforo para dose N100.	17
Figura 7 – Altura de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de fósforo para dose N150.	18
Figura 8 – Altura de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de nitrogênio para P0.	19
Figura 9 – Altura de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de nitrogênio para P150.	19
Figura 10 – Altura de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de nitrogênio para P300.	19
Figura 11 – Diâmetro de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de fósforo para N0.	21
Figura 12 – Diâmetro de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de fósforo para N50.	21
Figura 13 – Diâmetro de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de fósforo para N100.	22
Figura 14 – Diâmetro de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de fósforo para N150.	22
Figura 15 – Diâmetro de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de nitrogênio para P0.....	22
Figura 16 – Diâmetro de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de nitrogênio para P600.....	23
Figura 17 – Matéria seca da parte aérea de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplântio em função de doses de fósforo para N0.	24

Figura 18 – Matéria seca da parte aérea de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de fósforo para N50.	24
Figura 19 – Matéria seca da parte aérea de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de fósforo para N100.	24
Figura 20 – Matéria seca da parte aérea de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de fósforo para N150.	25
Figura 21 – Matéria seca da parte aérea de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de nitrogênio para P150.	25
Figura 22 – Matéria seca da parte aérea de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de nitrogênio para P300.	25
Figura 23 – Matéria seca da raiz de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de fósforo para N0.	26
Figura 24 – Matéria seca da raiz de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de fósforo para N50.	27
Figura 25 – Matéria seca da raiz de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de fósforo para N150.	27
Figura 26 – Matéria seca da raiz de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de nitrogênio para P0.	27
Figura 27 – Matéria seca da raiz de <i>T. ciliata</i> aos 70 dias após o trasplante em função de doses de nitrogênio para P150.	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1 ALTURA DA PLANTA.....	16
3.2. DIÂMETRO DO CAULE	20
3.3. MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA	23
3.4. MATÉRIA SECA DA RAIZ	26
4. CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUÇÃO

A *Toona ciliata* var. *australis*, conhecida como cedro australiano, é uma espécie florestal pertencente à família Meliaceae, que foi introduzida no Brasil onde encontrou condições edafoclimáticas favoráveis ao seu desenvolvimento. Possui uma importante vantagem em relação ao cedro brasileiro, que é a ausência de ataques pela broca *Hypsipyla grandella*, praga que ataca a gema apical de Meliáceas (SOUZA et al., 2010).

Árvore de grande porte, o cedro australiano chega a atingir 20 m de altura e 1,2 m de circunferência. Apresenta tronco retilíneo com casca grossa de coloração cinza a marrom. Suas folhas são paripenadas, alternadas e pecioladas e sua essência é utilizada na indústria de perfumes e cosméticos. Os frutos são pequenos em formato de cápsula, e possui sementes aladas. No estágio inicial o sombreamento favorece o seu estabelecimento e crescimento, é uma espécie que tolera a falta de água mas também responde com incrementos rápidos e elevados à quantidade da mesma disponibilizada durante seu ciclo (SOUZA et al., 2010).

É uma espécie de crescimento rápido e possui propriedades físico-mecânicas de alto valor para a indústria moveleira (PAIVA et al., 2007). Sua madeira também é empregada para fabricação de contraplacados, compensados, na produção de instrumentos musicais, fundos de fórmica, portas e janelas, e por serem leves tem alta aplicabilidade na construção naval e aeronáutica (PINHEIRO et al., 2006).

Segundo Vilela e Stehling (2015), a *T. ciliata* é uma espécie bastante exigente em nutrientes e não tolera solos ácidos. Definir a adubação é uma das etapas mais importantes nas diversas fases do desenvolvimento de cada espécie (CIRIELLO et al., 2014).

De acordo com Moretti et al. (2011), os macronutrientes que mais afetam o crescimento inicial da *T. ciliata* em condição de casa de vegetação são nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre. Em condições de campo, Ros et al. (2016), afirmaram que a supressão de nitrogênio reduz o crescimento de *T. ciliata*, no entanto a restrição de P e K não interfere no crescimento inicial da mesma.

O nitrogênio é o nutriente que se encontra em maiores concentrações nos vegetais superiores. A participação deste nutriente tem sido bastante estudada no metabolismo de espécies cultivadas (JESUS et al., 2012).

Este elemento é absorvido preferencialmente pelas plantas na forma de amônio (NH_4^+) e de nitrato (NO_3^-). A uréia também pode ser absorvida, porém é pouco encontrada livre no solo. As plantas respondem bem a este tipo de adubação apresentando uma vegetação verde e abundante (BRITO, 2014).

Já o fósforo é um dos macronutrientes que são exigidos em menor quantidade pelas plantas (RAIJ, 1991); no entanto, quando aplicado, estimula o crescimento das raízes garantindo mais vigor. Por isso, é necessário determinar a quantidade de fósforo a ser fornecida a cultura, para que haja um bom desenvolvimento da mesma (CECONI et al., 2006).

De acordo com Santos et al. (2008), diferentes espécies florestais apresentam variações no comportamento diante da adubação fosfatada. Espécies pioneiras apresentam produção de biomassa em relação ao acúmulo de fósforo; já espécies de clímax são menos eficientes quanto a isso, pois possuem característica de crescimento lento, o que leva a um baixo desenvolvimento do sistema radicular.

São poucas as informações sobre a *T. ciliata*, quando diz respeito aos requerimentos nutricionais e à capacidade da espécie se adaptar a diferentes condições ambientais. (BRAGA, 2011).

Visto isso, o objetivo deste trabalho foi testar diferentes doses de nitrogênio e fósforo no crescimento inicial de mudas de *T. ciliata*, para estabelecer qual melhor tratamento para o desenvolvimento da espécie em casa de vegetação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação no período de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia do município de Cruz das Almas, BA, situada a 12°40'12" de latitude Sul e 39°06'07" de longitude Oeste e 220m de altitude. Segundo Alvares et al. (2013) o clima do município é classificado como As, com precipitação anual de 700 a 1000 mm e temperatura média de 24 a 26°C.

Amostra de um Latossolo amarelo distrocoeso de Cruz das Almas - BA foi coletado na camada superficial do solo (0-20 cm), colocada para secar em casa de vegetação e passada em peneira de 4 mm de abertura de malha. Foi retirada uma subamostra e passada em peneira de 2 mm de abertura de malha, constituindo a terra fina seca ao ar para caracterização química (Tabela 1). Porções de 1,5 kg de solo foram acondicionadas em sacos de polietileno e incubadas por 10 dias com calcário dolomítico (Figura 1). O critério de recomendação adotado foi o método da saturação por bases para elevá-la a 60%. Nessa fase, a umidade foi mantida em 80% da capacidade de campo. Após esse período foi feita a aplicação dos tratamentos.

Tabela 1 - Análise química do solo na produção das mudas.

	¹ pH	² P	² K	³ Ca ²⁺	³ Mg ²⁺	³ Na	³ Al ³⁺	⁴ H+Al	SB	CTC(T)	V
SOLO	H ₂ O	mg/dm ³	-----				cmolc/dm ³ -----			%	
LATOSSOLO	4,8	0,35	0,4	0,7	0,1	0,5	0,3	4	1,1	5,1	21,57

¹ pH em água; ² P, K – Extrator de Mehlich Ca²⁺, Mg²⁺, Na, e Al³⁺ - Extrator KCL 1 mol/L e ⁴H+Al – Extrator acetato de cálcio. – EMBRAPA (1997)



Figura 1 – Solo incubado com calcário dolomítico em sacos de polietileno

Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 mg de N) e cinco doses de fósforo (0, 150, 300, 450 e 600 mg de P) aplicados na forma de ureia [CH₄N₂O] e superfosfato simples [Ca(H₂PO₄) 2.H₂O + CaSO₄.2H₂O], respectivamente, constituindo um esquema fatorial 4 x 5, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, totalizando 60 unidades experimentais.

As doses de N e P foram definidas em função da adubação de recomendação para vasos para espécies florestais (PASSOS, 1994). Para N e P usou-se a dose recomendada, 100 e 300 mg/dm³, respectivamente e doses abaixo e acima destas. As doses de N foram aplicadas parceladas após o transplântio sendo: no transplântio (N 50 = 10 mg/dm³; N 100 = 20 mg/dm³; N 150 = 40 mg/dm³), 30 dias (N 50 = 20 mg/dm³; N 100 = 30 mg/dm³; N 150 = 50 mg/dm³) e 45 dias (N 50 = 20 mg/dm³; N 100 = 50 mg/dm³; N 150 = 60 mg/dm³). As doses de P foram aplicadas no transplântio, homogêneas ao solo ainda quando o mesmo se encontrava nos sacos plásticos e em seguida transferido para os vasos. As plântulas foram obtidas após as sementes do cedro australiano terem sido beneficiadas (separando as sementes do fruto), acondicionadas em um recipiente de vidro e armazenadas em baixa temperatura (aproximadamente 7°C), e então foram semeadas em bandejas de polietileno contendo areia lavada de rio, por 47 dias (Figura 2). As sementes foram provenientes de árvores do campus da UFRB - Cruz das Almas. Após aplicação dos tratamentos e da adubação uniforme de potássio para todos os tratamentos, as amostras de solos foram transferidas para vasos plásticos com capacidade de 1,7 dm³ onde se fez o transplântio das plantas de cedro australiano (Figura 3).



Figura 2 – Sementeira de *T. ciliata* em bandejas de polietileno contendo areia lavada de rio.



Figura 3 – *T. ciliata* em vasos com capacidade de 1,7 dm³, após transplântio.

Após essas etapas, manteve-se a umidade próximo à capacidade de campo (PASSOS, 1994) e foram feitas regas diariamente de acordo com a necessidade da planta. Aos 41 dias foi feita a aplicação de micronutrientes nas seguintes doses: Zn = 5,4 mg/dm³ (ZnSO₄.7H₂O), Mn = 0,034 mg/dm³ (MnSO₄.H₂O), Cu = 0,016 (CuSO₄.5H₂O), B = 0,086 mg/dm³ (H₃BO₃), Mo = 0,083 mg/dm³ [(NH₄)₆ Mo₇O₂₄.4H₂O], uniforme para todos os tratamentos.

Aos 70 dias após o trasplante foi feita a coleta do experimento, avaliando-se a altura (H) da planta, a qual foi medida com régua milimétrica; diâmetro do caule (DC) a altura do coleto, medido com paquímetro; matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR).

O material vegetal da parte aérea e raiz foram secos em estufa com ventilação forçada a 65°C até peso constante. Os dados foram interpretados estatisticamente por análise de variância e análise de regressão, utilizando o software R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ALTURA DA PLANTA

O efeito do fósforo (P) e do nitrogênio (N) foi observado para todas as variáveis de crescimento das plantas. Os dados estão apresentados nas figuras 4, 5, 6 e 7, onde se verifica que com o aumento das doses de fósforo, ocorreram comportamentos distintos nas diferentes doses de nitrogênio.

Foi verificado para altura (H) da planta com a omissão de N, que a planta cresceu 17,3 cm à uma dose ótima de 539 mg/dm³ de P (Figura 4). A ausência do N causa uma estabilização no crescimento da planta, deixando o porte reduzido em relação ao desenvolvimento normal (CALIXTO JUNIOR et al., 2015).

Verificou-se que na dose de 50 mg/dm³ de N, a quantidade exigida de P pela planta foi menor, indicando seu crescimento maior com uma dose ótima de 361,5 mg/dm³ de P, chegando a atingir 17 cm de altura (Figura 5). No momento em que a dose de N foi aumentada para 100 mg/dm³, a exigência de P pela planta aumentou para uma dose de 537,5 mg/dm³, chegando a uma altura de 16,6 cm (Figura 6), mostrando que a planta não respondeu tão bem a um incremento maior de N.

Com 150 mg/dm³ de N, houve um comportamento linear, o qual pode-se perceber que na medida em que foram acrescentadas as doses de P, a planta cresceu atingindo maior altura na dose máxima, ou seja, a cada grama de P acrescentada, resultou em um aumento de 0,0230 cm em altura, neste caso a altura máxima que a planta atingiu foi 15,7 cm (Figura 7). Resultados verificados por Schumacker et al. (2004), constataram que a dose de 450 mg kg⁻¹ de P apresenta os melhores resultados para a altura de angico-vermelho, indicando assim que a utilização de fósforo no crescimento das mudas apresenta influência positiva na altura da planta.

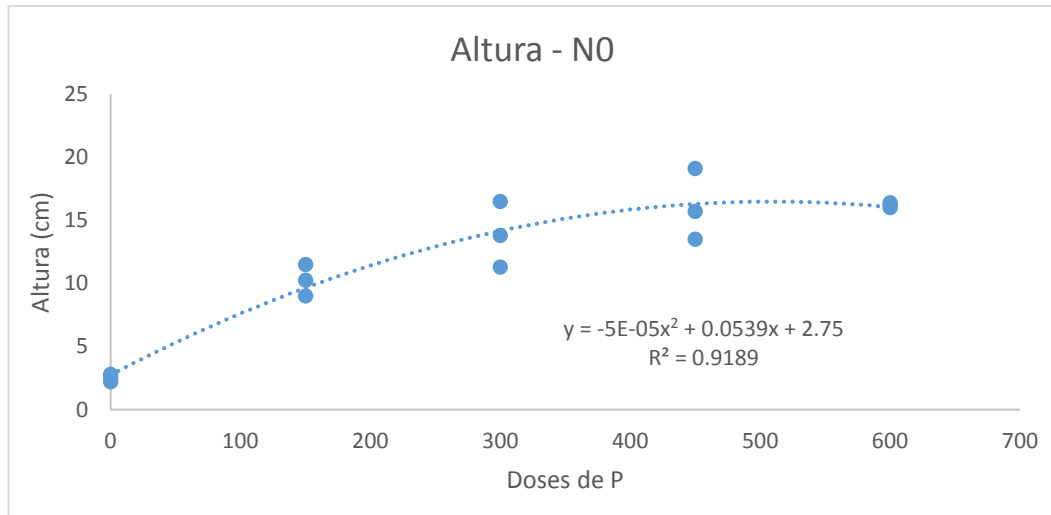


Figura 2 – Altura de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para dose N0.

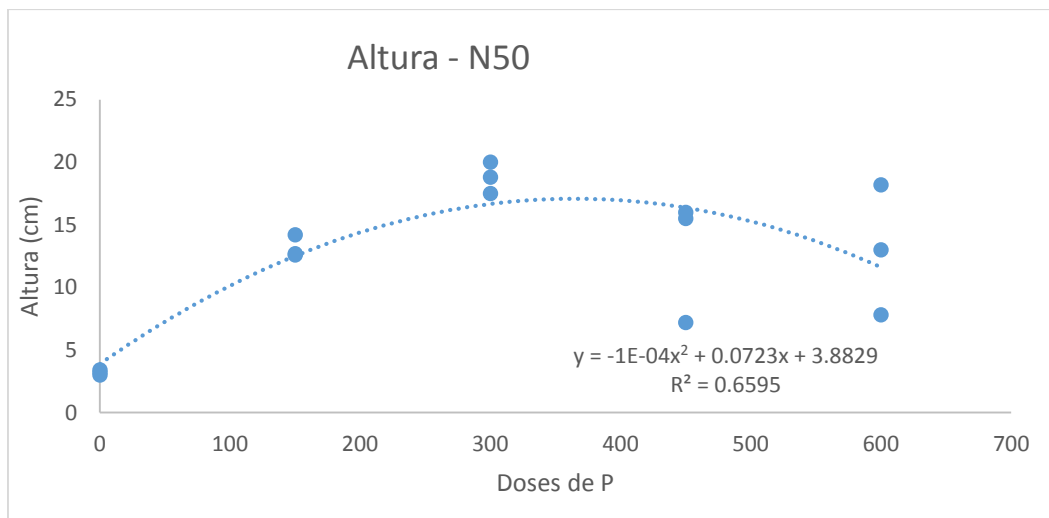


Figura 3 – Altura de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para dose N50.

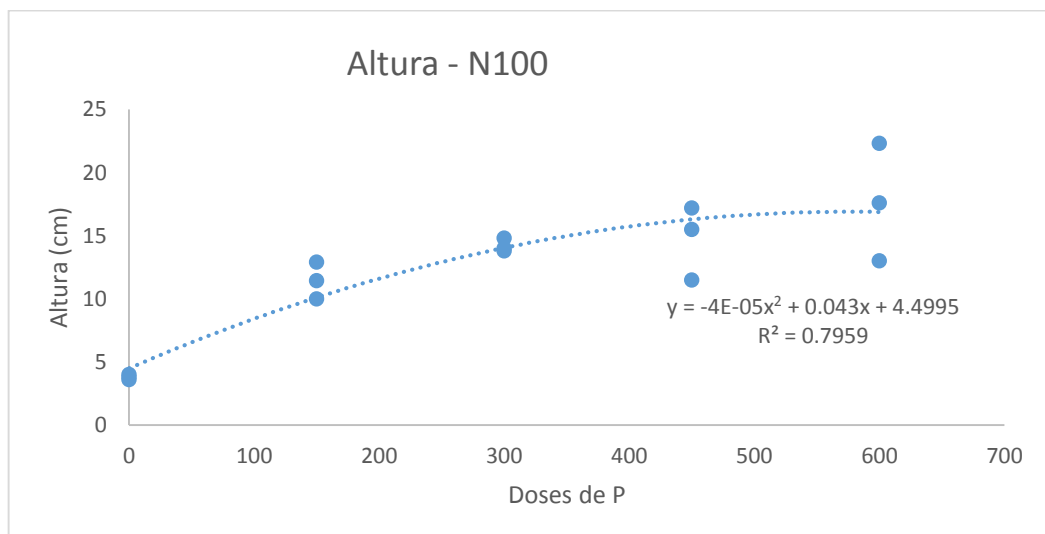


Figura 4 – Altura de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para dose N100.

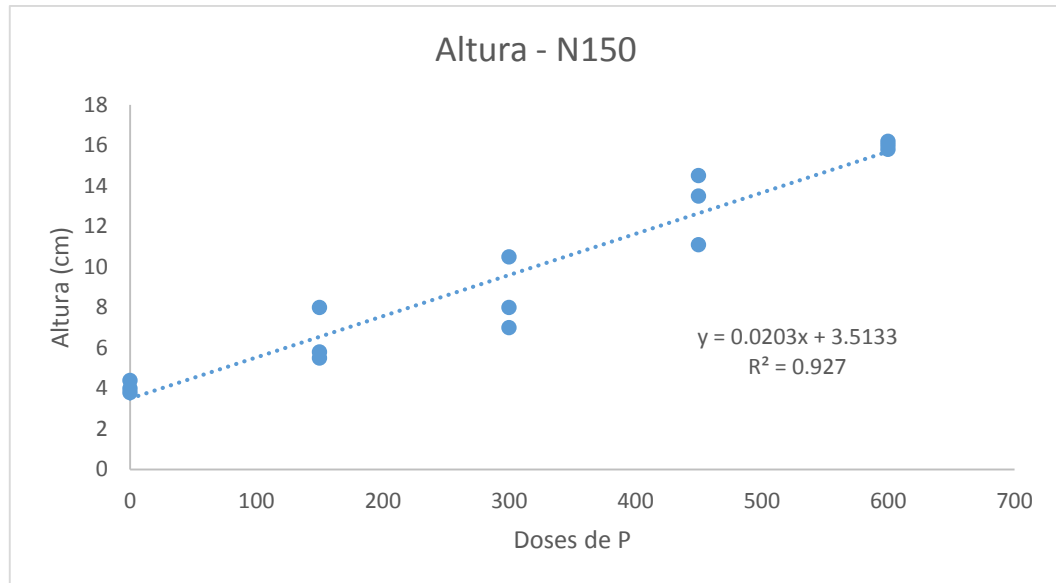


Figura 5 – Altura de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplante em função de doses de fósforo para dose N150.

Avaliando-se a altura das plantas em função das doses de N em diferentes combinações com fósforo, verificou-se que, na omissão de fósforo ocorreu um crescimento linear na altura das plantas, sendo que o máximo atingido foi 4,19 cm de altura (Figura 8).

Com dose de 150 mg/dm³ de P verificou-se que a planta atingiu a maior altura (13 cm) com uma dose ótima de 57,9 mg/dm³ de N (Figura 9). Já com doses de 300 mg/dm³ de P a planta atingiu uma altura de 17,43 cm com uma dose ótima de 53,5 mg/dm³ de N (Figura 10), ou seja, significativamente maior, com maior eficiência, assim sendo a máxima resposta para altura da planta, podendo verificar uma menor necessidade de N. Para altura em função das doses de N nas doses 450 mg/dm³ e 600 mg/dm³ de P, os dados não se ajustaram a nenhum modelo estatístico.

Em estudo semelhante, Belapart et al. (2013) observaram que, no crescimento inicial de guanandi houve resposta linear positiva com o aumento de doses de N, sendo que a altura das plantas foi a característica mais sensível à adubação nitrogenada, permitindo efeito significativo para a dose de 224 mg L⁻¹. Souza et al. (2013) verificaram que houve interação significativa entre as doses de N e P para todas as características avaliadas de canafístula, a qual obteve máxima altura com a maior dose de 62,46 mg kg⁻¹ de N.

Segundo Gomes et al. (2002), quando avaliada separadamente, a altura da parte aérea é considerada uma variável significativa na avaliação da qualidade das mudas. Porém, é mais seguro que esses valores sejam analisados em conjunto a outros atributos, como: diâmetro do coleto, peso, relação peso das raízes/peso da parte aérea.

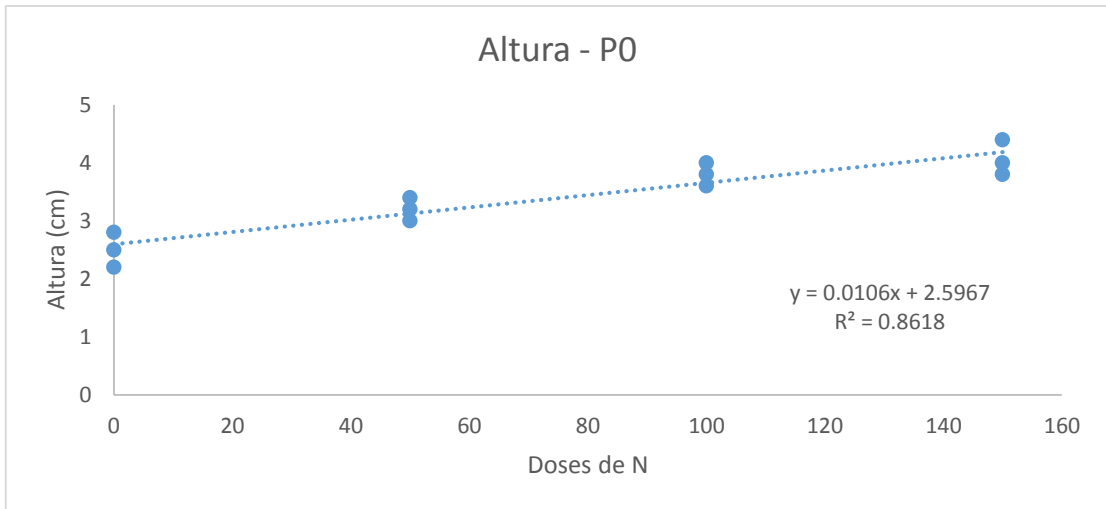


Figura 6 – Altura de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de nitrogênio para P0.

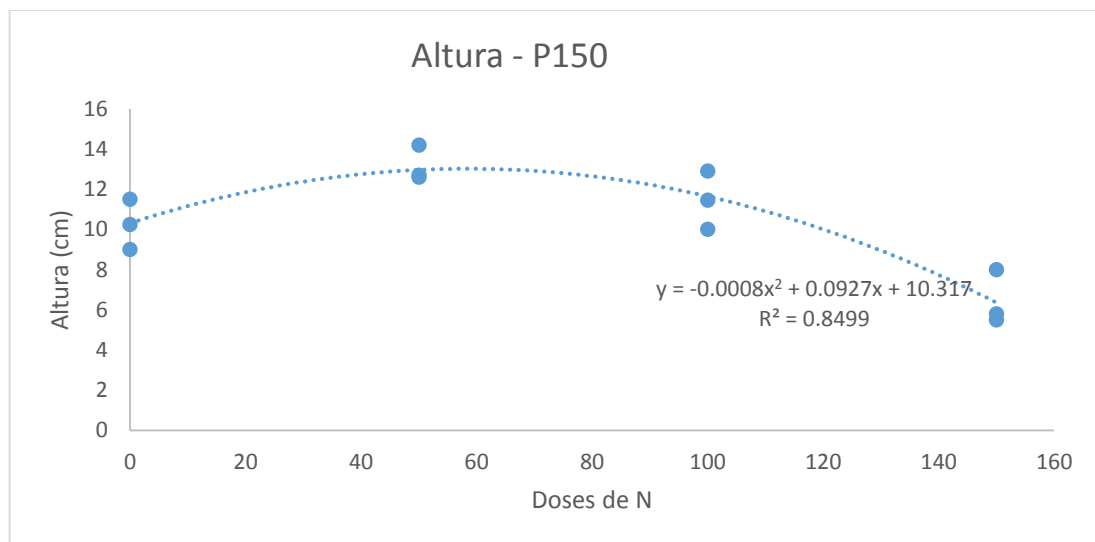


Figura 7 – Altura de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de nitrogênio para P150.

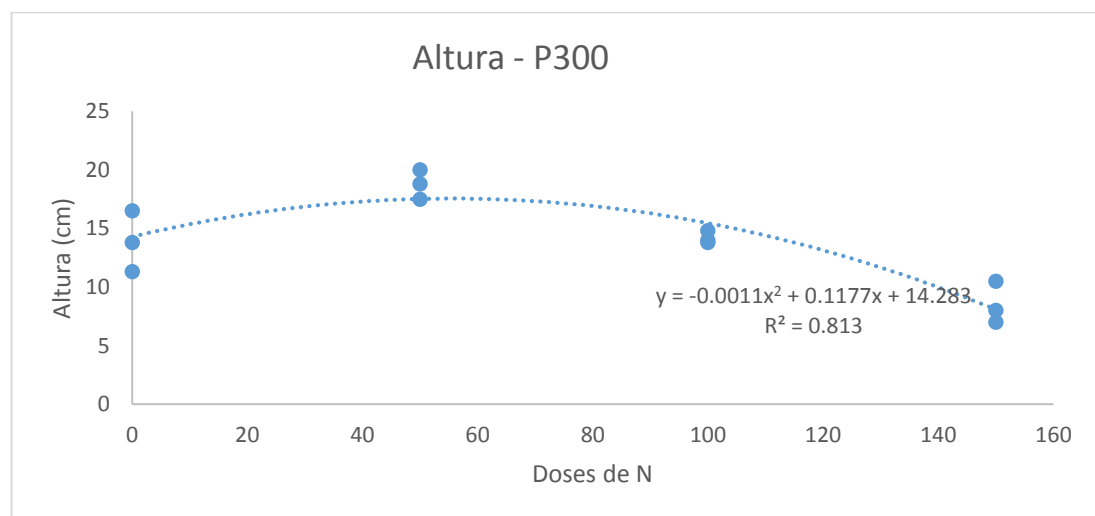


Figura 8 – Altura de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de nitrogênio para P300.

3.2. DIÂMETRO DO CAULE

O diâmetro do caule (DC) em função das doses de P obteve diferença significativa e pode-se observar que na ausência de N, o diâmetro do caule da planta cresceu até a dose ótima de 320 mg/dm³ de P chegando a 3,18 mm de diâmetro (Figura 11). Já com a dose de 50 mg/dm³ de N, a dose ótima para o melhor desenvolvimento do diâmetro foi 123,95 mg/dm³ de P, atingindo um diâmetro máximo de 3,76 mm (Figura 12).

Obteve-se doses ótimas de 511,1 e 490 mg/dm³ de P, quando a dose de N foi 100 e 150 mg/dm³, verificando maior diâmetro de 3,84 e 3,09 mm respectivamente (Figuras 13 e 14). Cecone et al. (2016), estudando a aplicação de diferentes doses de fósforo em Açoita-cavalo combinado com dose de 47,5 mg/dm³ de nitrogênio para todos os tratamentos observaram que o diâmetro das mudas teve maior resposta com 360 mg/dm³ de fósforo. Marques et al. 2006, utilizando tipos de solos diferentes, constatou que para o crescimento inicial de sabiá, as melhores doses de P em Argissolo Vermelho-Amarelo foi de 124 mg/dm³ e de 197 mg/dm³ em Cambissolo. Testando doses de P em plantas de sabiá, COSTA FILHO (2010) observou que o crescimento em diâmetro foram limitados com a omissão de fósforo, sugerindo que a dose ótima de P adequada para propiciar boa qualidade da muda é de 94 mg/dm³ associado a 200 mg/dm³ de N.

Em função das doses de N verificou-se que na ausência de P, o crescimento do diâmetro da planta foi linear atingindo 1,71 mm de diâmetro (Figura 15). A planta atingiu maior diâmetro (4,07 mm) em a uma dose ótima de 121 mg/dm³ de N, combinado com 600 mg/dm³ de P (Figura 16). Para diâmetro em função das doses de N nas doses de 150 mg/dm³, 300 mg/dm³ e 450 mg/dm³ os dados não se ajustaram a nenhum modelo estatístico.

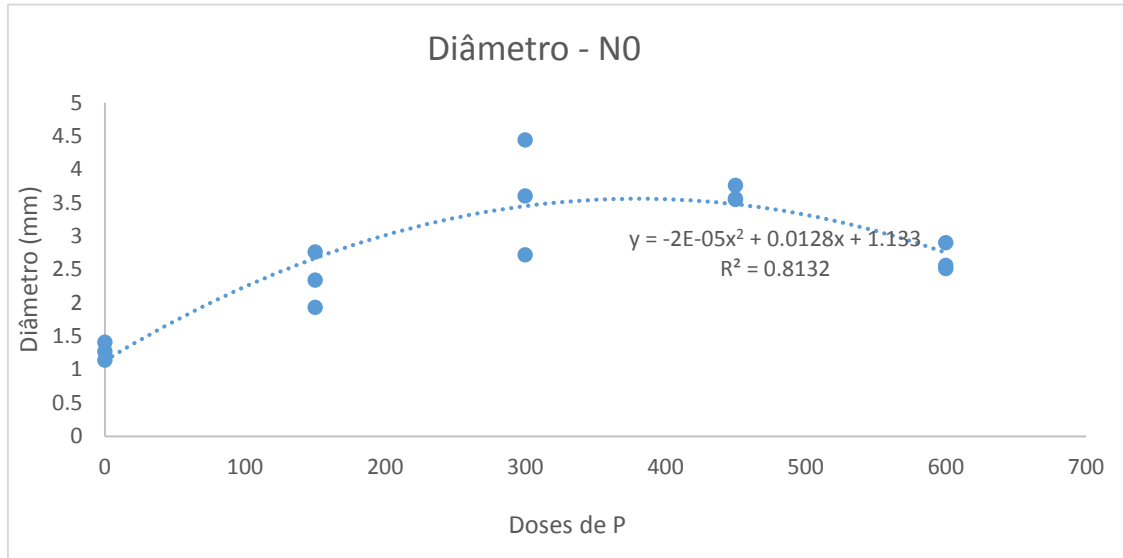


Figura 9 – Diâmetro de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N0.

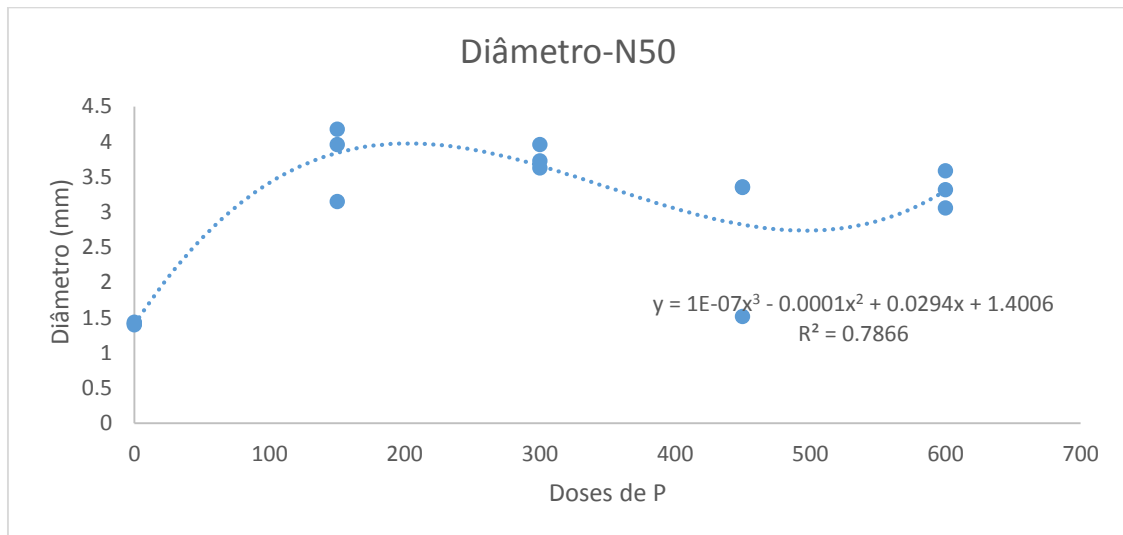


Figura 10 – Diâmetro de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N50.

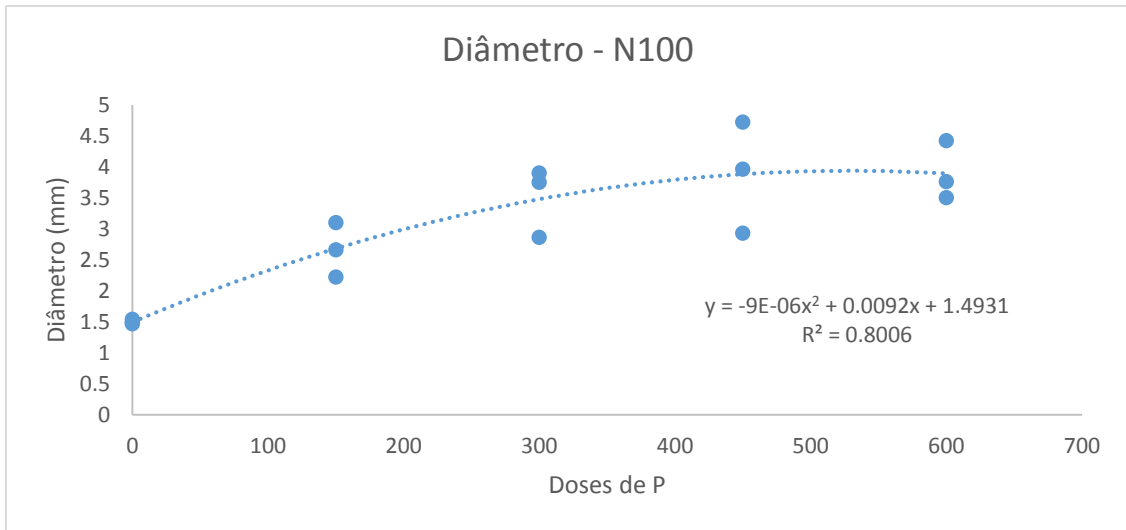


Figura 11 – Diâmetro de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N100.

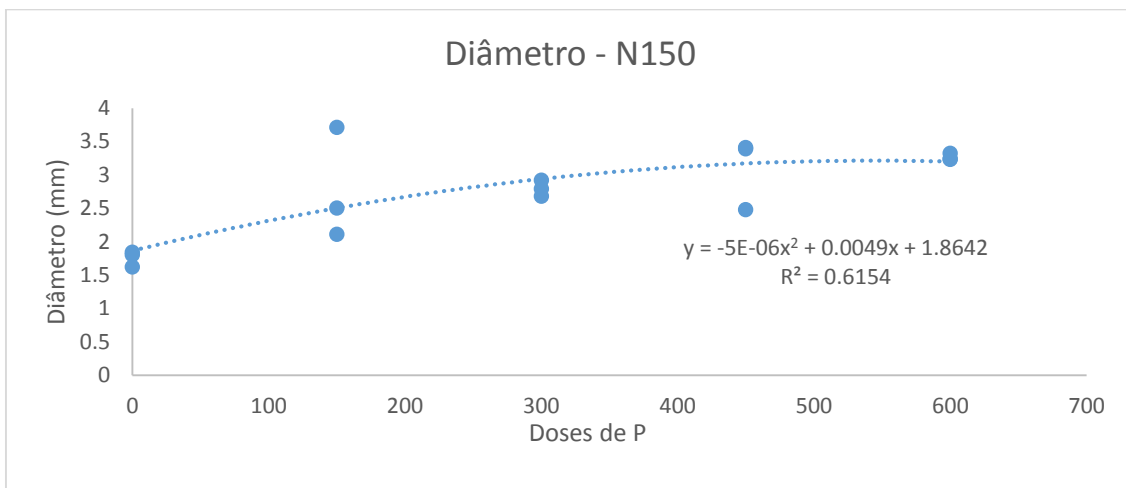


Figura 12 – Diâmetro de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N150.

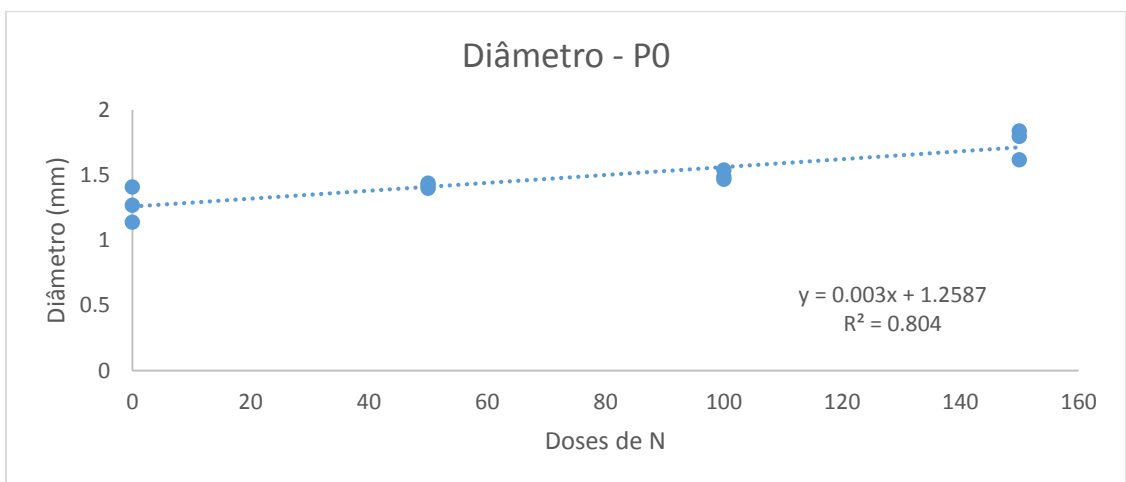


Figura 13 – Diâmetro de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de nitrogênio para P0.

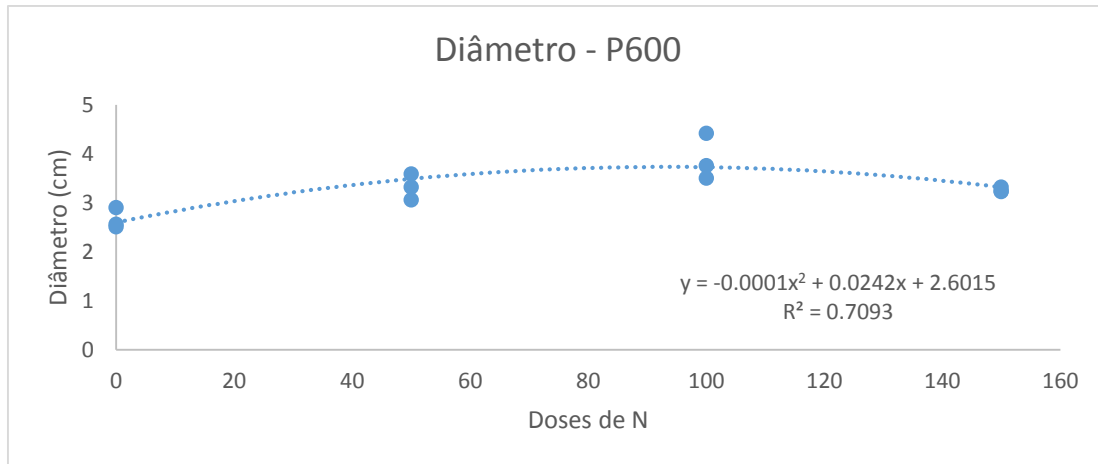


Figura 14 – Diâmetro de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de nitrogênio para P600.

3.3. MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA

Ocorreu crescimento linear da matéria seca da parte aérea (MSPA) em função de doses de P na ausência de N, atingindo 0,80 g/planta. Isso significa que, mesmo com a ausência de N, houve um ganho crescente de MSPA (Figura 17). Porém o valor aumentou para 1,48 g/planta com uma dose ótima de 171,3 mg/dm³ de P, quando associado a 50 mg/dm³ de N (Figura 18). Em 100 mg/dm³ de N, pode-se observar que necessitou de uma quantidade maior de P para a produção de MSPA, a uma dose ótima de 421,4 mg/dm³, que resultou em 1,20 g/planta de MSPA (Figura 19), ou seja, verifica-se que há um excesso de P, pois a planta não obteve um ganho maior de MSPA. Em N igual a 150mg/dm³ ocorreu crescimento linear, verificando que, para cada grama de P acrescentado, resultou em um aumento de 0,0013 g de MSPA, ressaltando que houve uma queda na quantidade de MSPA (0,71 g/planta) em relação as doses anteriores (Figura 20). Para a MSPA em função das doses de N ocorreu ajuste ao modelo estatístico apenas para as doses de 150 mg/dm³ e 300 mg/dm³ de P, as quais obtiveram melhor resultado com doses ótimas de 39,72 mg/dm³ de N com 1,37 g/planta (Figura 21) e 69,25 mg/dm³ de N com 1,41 g/planta respectivamente (Figura 22). Para o crescimento inicial de barbatimão, Carnevali et al. (2016) encontraram interação significativa entre as doses de N e P para matéria seca da parte aérea e raiz, sendo que para a MSPA alcançou o máximo com as maiores doses de N (62,46 mg kg⁻¹) e P (125,16 mg kg⁻¹). Cardoso et al. (2016) observaram que no crescimento inicial de sumaúma, houve um aumento da MSPA com o acréscimo de doses de N, apontando que a espécie apresenta baixa exigência por N na fase inicial de crescimento, pois o fornecimento de baixa dose de N satisfaz a demanda das mudas, pontuando que a aplicação de 50 mg ha⁻¹ de N e 75 mg ha⁻¹ de P foram suficientes.

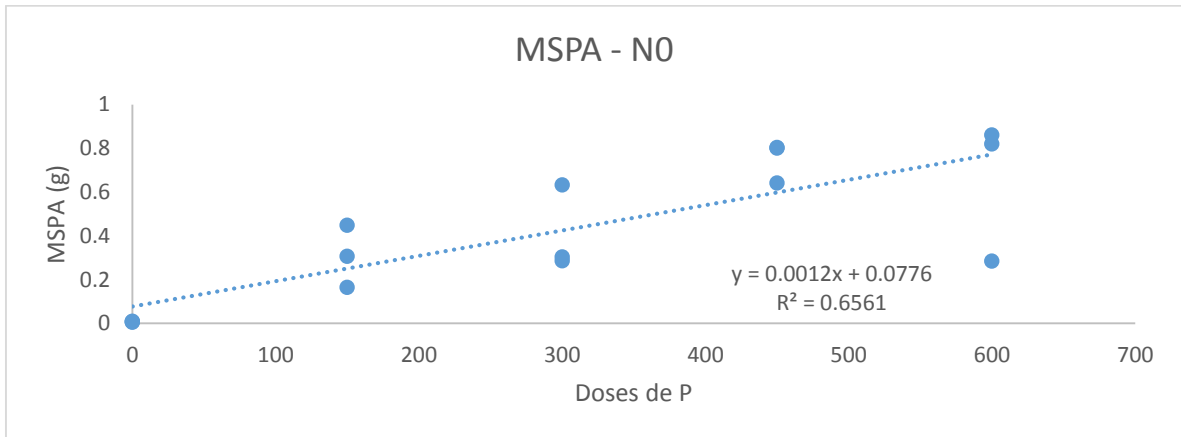


Figura 15 – Matéria seca da parte aérea de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N0.

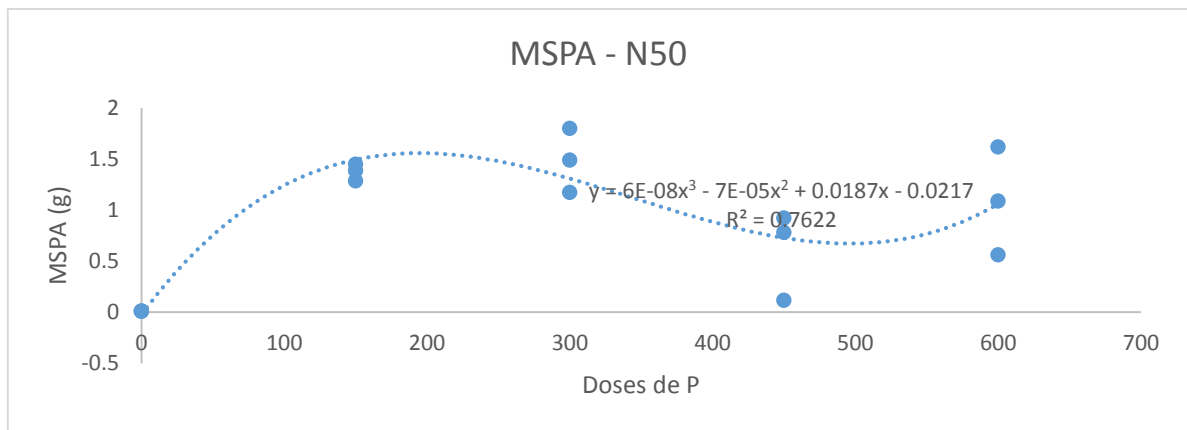


Figura 16 – Matéria seca da parte aérea de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N50.

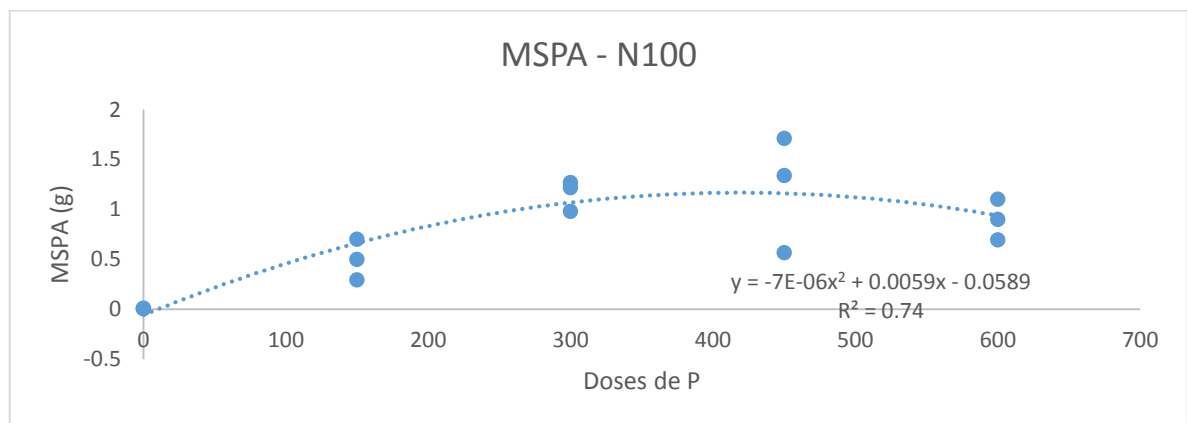


Figura 17 – Matéria seca da parte aérea de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N100.

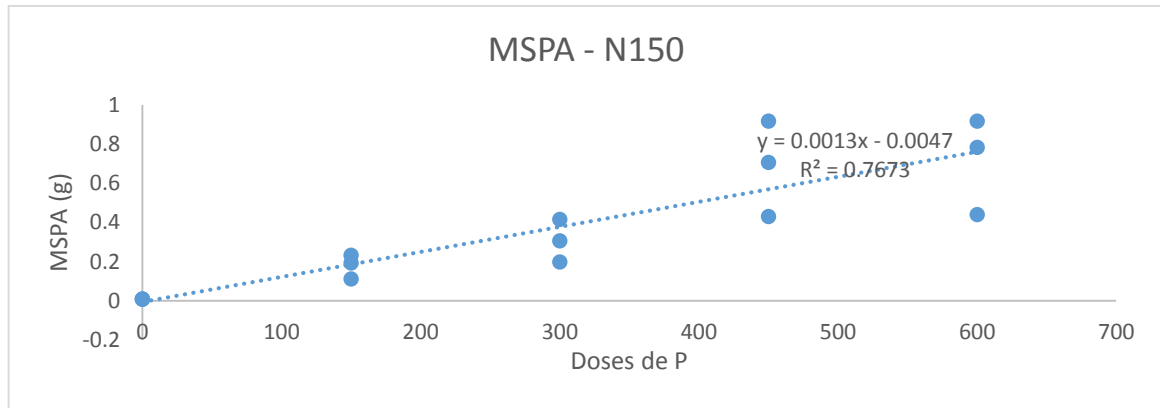


Figura 18 – Matéria seca da parte aérea de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N150.

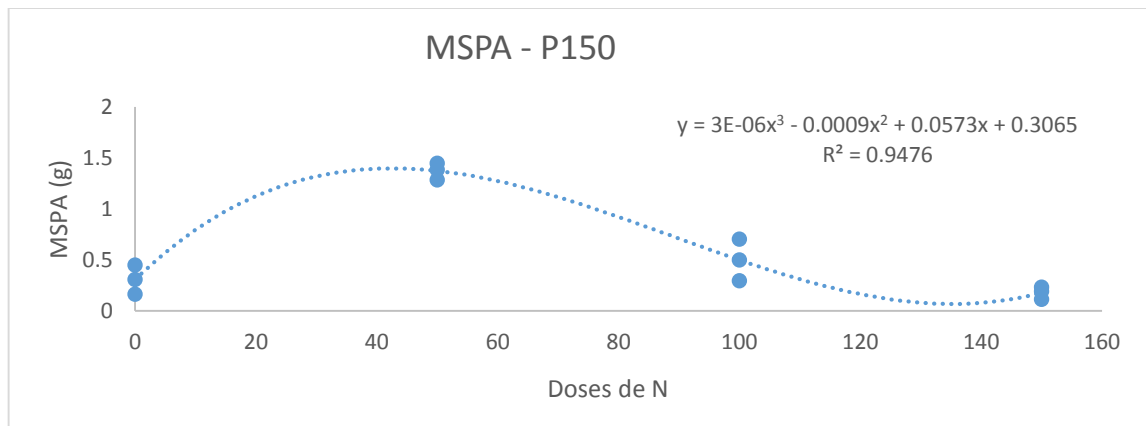


Figura 19 – Matéria seca da parte aérea de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de nitrogênio para P150.

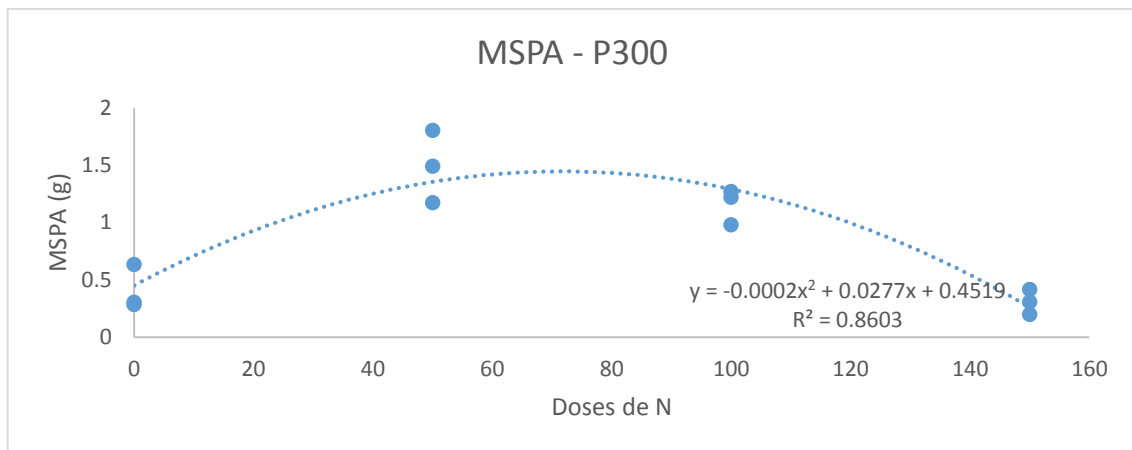


Figura 20 – Matéria seca da parte aérea de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de nitrogênio para P300.

3.4. MATÉRIA SECA DA RAIZ

A matéria seca da raiz (MSR) em função de doses de P, na omissão de N obteve maior produção até a dose ótima de 425 mg/dm³ com 0,348 g/planta (Figura 23). Com o aumento da dose de N para 50 mg/dm³ a planta necessitou de 163,37 mg/dm³ para produzir maior MSR chegando a um crescimento de 0,527 g/planta (Figura 24), ou seja houve maior crescimento da matéria seca com menor necessidade de P. Para N igual a 150 mg/dm³ houve um aumento significativo atingindo o maior crescimento na maior dose de P, porém a planta atingiu 0,380 g/planta, indicando mais uma vez que doses mais altas de fósforo influenciam no seu crescimento (Figura 25). Para matéria seca da raiz em função das doses de P na dose de 100 mg/dm³ de N, os dados não se ajustaram a nenhum modelo estatístico.

A produção de MSR em função de doses de N com a omissão de P alcançou uma dose ótima de 170,71 mg/dm³ de N, com 0,0078 g/planta (Figura 27). Com o aumento da dose de P para 150 mg/dm³, a planta obteve melhor produção com dose de 44,72 mg/dm³ de N, chegando a 0,527 g/planta de matéria seca (Figura 28). Nas doses de 300 mg/dm³, 450 mg/dm³ e 600 mg/dm³ de P, os dados não se ajustaram a nenhum modelo estatístico. Ciriello et al. (2014), analisando crescimento inicial de guanandi, verificaram que a MSR obteve o maior crescimento na dose de 40 mg/dm³ de N. Para obter maior valor na MSR, como também das outras variáveis, Fernandes et al. (2008) observou que o maior crescimento de MSR foi com 245 mg/dm³ de N na produção de mudas de fava d'anta. Segundo Novaes et al. (1998), sob o ponto de vista fisiológico, quantificação da biomassa radicular, é de grande importância, pois está diretamente ligada à sobrevivência e crescimento inicial em campo, devido a sua função na absorção de água e nutrientes.

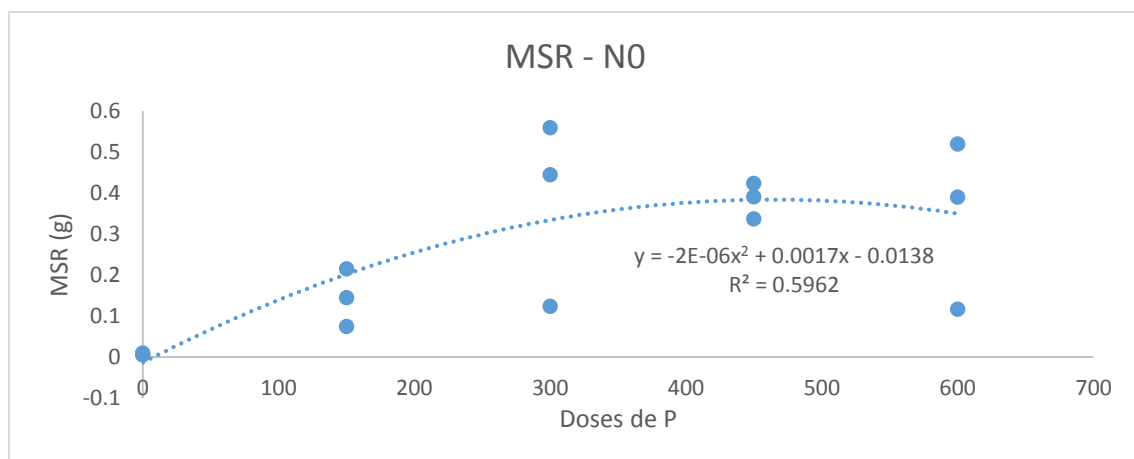


Figura 21 – Matéria seca da raiz de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplante em função de doses de fósforo para N0.

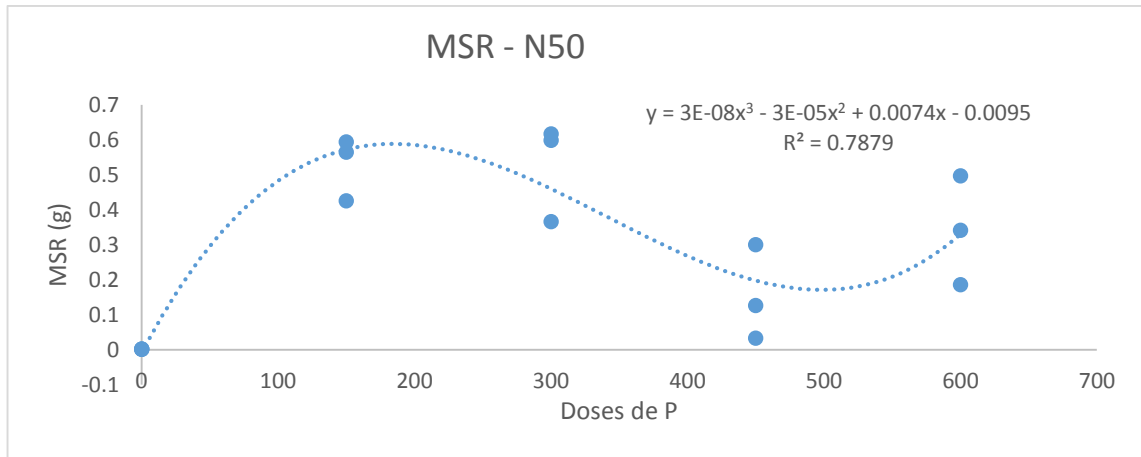


Figura 22 – Matéria seca da raiz de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N50.

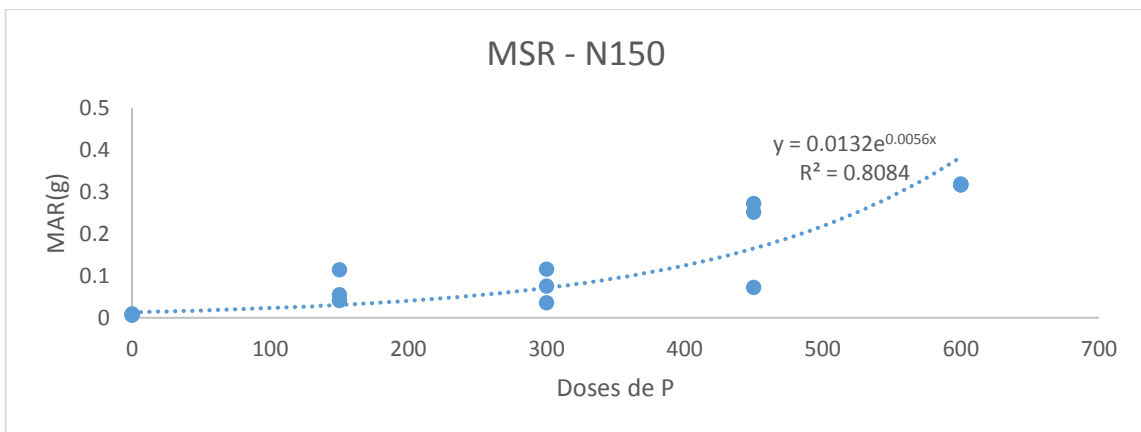


Figura 23 – Matéria seca da raiz de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de fósforo para N150.

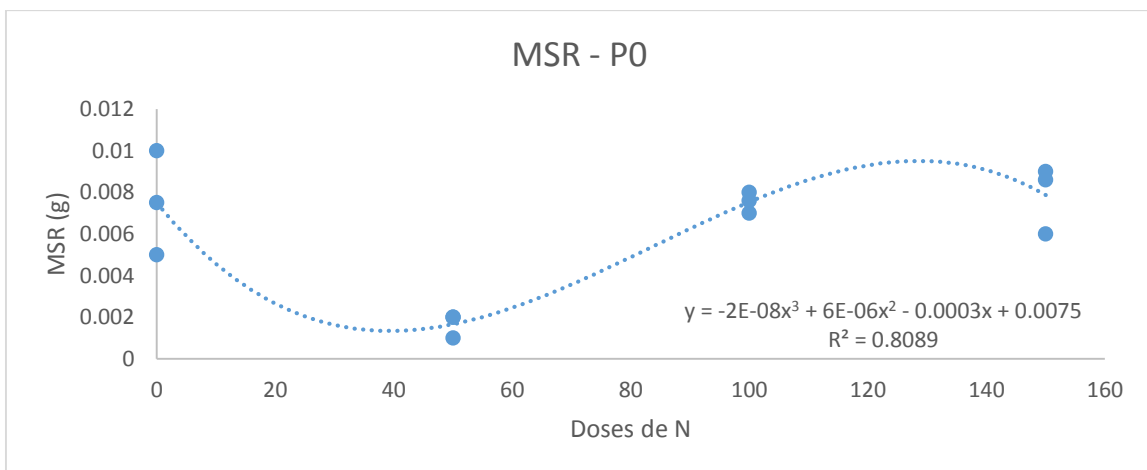


Figura 24 – Matéria seca da raiz de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplântio em função de doses de nitrogênio para P0.

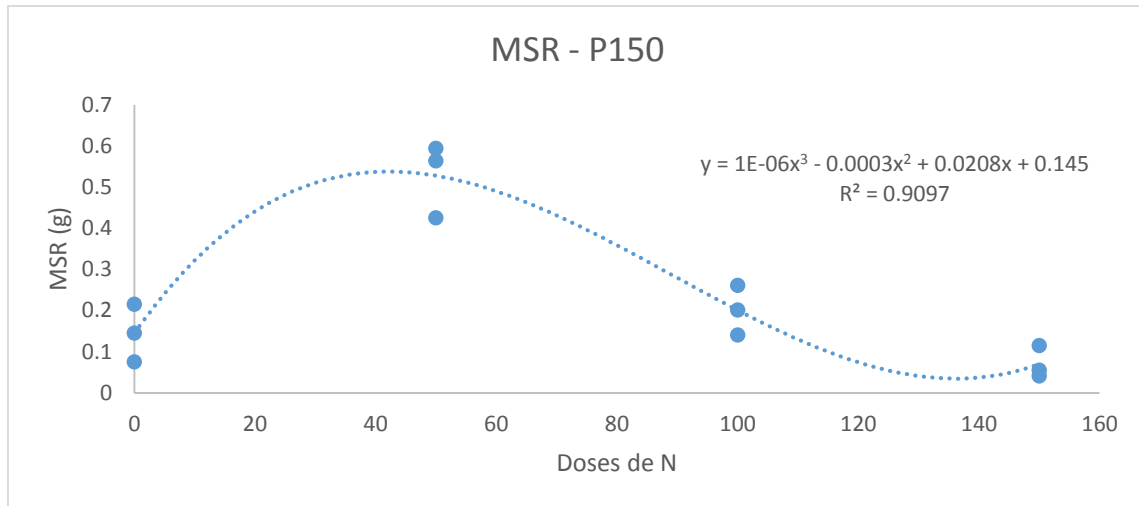


Figura 25– Matéria seca da raiz de *T. ciliata* aos 70 dias após o transplante em função de doses de nitrogênio para P150.

4. CONCLUSÕES

- ✓ A *Toona ciliata* obteve respostas significativas às doses de nitrogênio e fósforo.
- ✓ As melhores doses de nitrogênio observadas foi 50 mg/dm³.
- ✓ As melhores doses de fósforo observadas foi de 150 mg/dm³.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Koöppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2013.
- BRAGA, M. M. **Crescimento e qualidade de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*) em função da aplicação de calcário e enxofre**. Dissertação. Lavras – MG, 2011.
- BELAPART, D.; LEITE, S. M. M.; GIRITTO, M. D.; PEDRONE, L. P. **Efeito de diferentes doses de Nitrogênio e cálcio no desenvolvimento inicial do guanandi**. UNIMAR CIÊNCIAS 22 (1-2), 2013.
- BRITO, F. E. R. **Efeito da adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento e estabelecimento de mudas de ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.) e fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) (Irwin et. Barn.)) em viveiro**. Dissertação. Brasília – DF, 2014.
- CALIXTO JUNIOR, J. E. D.; ARAÚJO, M. S.; MELO, M. A.; OLIVEIRA, C. S.; RODRIGUES, F.; BARRETTO, V. C. M. **Produção de massa seca e eficiência nutricional de mudas de mogno africano adubadas com nitrogênio**. II congresso de ensino, pesquisa e extensão da UEG, 2015.
- CARDOSO, A. A. S.; SANTOS, J. Z. L.; TUCCI, C. A. F.; SILVA JUNIOR, C. H.; VENTURIN, N. **Respostas nutricionais de mudas de sumaúma à adubação nitrogenada, fosfatada e potássica**. Científica, Jaboticabal, v.44, n.3, p.421-430, 2016.
- CARNEVALI, N. H. S.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D. **Eficiência nutricional de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em função de nitrogênio e fósforo**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 449-461, abr.-jun., 2016
- CECONNI, D. E.; POLETTO, I.; BRUN, E. J.; LOVATO, T. **Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada**. Cerne, Lavras, v. 12, n. 3, p. 292-299, jul./set. 2006.
- CIRIELLO, V.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C. **Doses de nitrogênio no crescimento inicial e nutrição de plantas de guanandi**. CERNE, v. 20 n. 4, p. 653-660, 2014.
- COSTA FILHO, R. T., **Crescimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. E *Astronium fraxinifolium* Schott em resposta a calagem e adubação fosfatada**. Tese de doutorado. Jaboticabal – SP, 2010.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. D.; FONSECA, F. C.; VALE, F. R. **Crescimento inicial, níveis críticos, de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, jun. 2000

FERNANDES, L.A.; ALVES, D.S.; SILVA, L.F.; SILVA, N.C.A.; MARTINS, E.R.; SAMPAIO, R.A.; COSTA, C.A. **Níveis de nitrogênio, fósforo e potássio para a produção de mudas de fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth).** Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.10, n.1, p.94-99, 2008.

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

JESUS, G. L.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R.; NEVES, J. C. L.; HENRIQUES, E. P.; LIMA, V. C.; FERNANDES, L. V.; SOARES, E. M. B. **Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais.** R. Bras. ci. solo, 36:201-214, 2012.

MARQUES, V. B.; PAIVA, H. N.; GOMES, J. M.; NEVES, J. C. L. **Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth).** Scientia forestalis n. 71, p. 77-85, agosto 2006.

MORETTI, B. S.; NETO, A. E. F.; PINTO, S. I. C.; FURTINI, I. V.; MAGALHÃES, C. A. S. **Crescimento e nutrição mineral de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes.** Cerne, Lavras, v. 17, n. 4, p. 453-463, out./dez. 2011.

NOVAES, A. B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

PAIVA Y. G.; MENDONÇA, G. S.; SILVA, K. R.; NAPPO, M. E.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. E. M. **Zoneamento agroecológico de pequena escala para *Toona ciliata*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophilla* na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – ES, utilizando dados SRTM.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1785-1792.

PASSOS, M. A. M. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC).** Viçosa: Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; 1994.

PINHEIRO, A. L.; LANI, J. L.; COUTO, L. **Cedro-australiano cultivado e utilização.** 42p. Viçosa-MG, 2006.

- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.
- ROS, C. O.; PERRANDO, E. R.; SOMAVILLA, L.; ENGEL, K.; PREDIGE, D. M. S. A.; SILVA, R. F.; SILVA, V. R. **Crescimento inicial de povoamentos mistos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Toona ciliata* M. Roem var. australis com supressão de macronutrientes primários**. Sci. For., Piracicaba, v. 44, n. 111, p. 769-777, set. 2016.
- ROS, C. O.; PERRANDO, E. R.; SOMAVILLA, L.; ENGEL, K.; PREDIGE, D. M. S. A.; SILVA, R. F.; SILVA, V. R. **Crescimento inicial de povoamentos mistos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Toona ciliata* M. Roem var. australis com supressão de macronutrientes primários**. Sci. For., Piracicaba, v. 44, n. 111, p. 769-777, set. 2016
- SANTOS, J. Z. L.; RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; CORTE, E. F. **Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.799-807, 2008
- SANTOS, R. A.; TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. S.; SILVA, W. G. **Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. Acta amazônica, vol. 38(3) 2008: 453 – 458.
- SHUMACHER, M.V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A.; **Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan)**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.1, p.149-155, 2004.
- SOUZA, J.C.A.V.; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A. **Cedro Australiano (*Toona ciliata*)**. Manual técnico, 21. Niterói-RJ, 2010.
- SOUZA, N. H.; MARCHETTI, M. E.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D.; SCALON, S. P. Q.; SILVA, E. F. **Estudo nutricional da canafístula (I): crescimento de qualidade de mudas em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.37, n.4, p.717-724, 2013.
- TUCCI, C. A. F.; SANTOS, J. Z. L.; SILVA JUNIOR, C. H.; SOUZA, P. A.; BATISTA, I. M. P.; VENTURIN, N. **Desenvolvimento de mudas de *Swietenia macrophylla*, em resposta a nitrogênio, fósforo e potássio**. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 471-490, jul./set. 2011.
- VILELA, E. S.; STEHLING, E. C. **Recomendações de plantio para cedro australiano. Versão mudas clonai 3.0**. 20p. Campo Belo-MG, 2015.

