

Interação de níveis de nitrogênio e potássio no crescimento inicial de Eucalipto

Interaction of nitrogen and potassium levels in the initial growth of Eucalyptus

Liliane Roque Prata¹, Joilson Silva Ferreira², Rayka Kristian Alves Santos³, Paula Acácia Silva Ramos⁴, Daniele Claudio Cerqueira⁵, Vinícius Alves Rodrigues⁶

RESUMO: Este estudo objetivou avaliar respostas fisiológicas e o crescimento de plantas jovens do clone AEC 1528 (*E. urophylla* × *E. grandis*) submetidas a níveis crescentes de nitrogênio e potássio. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 × 4, com quatro níveis de nitrogênio (0, 40, 80, 120 mg dm⁻³) e quatro níveis de potássio (0, 30, 60, 90 mg dm⁻³). Avaliou-se a altura da parte aérea; diâmetro de caule; matéria seca da parte aérea; matéria seca de raiz; índice SPAD; fotossíntese líquida; condutância estomática; teor de N foliar e atividade da enzima RN. O clone AEC 1528 respondeu significativamente à interação da adubação nitrogenada e potássica para a maioria das características avaliadas. O máximo potencial de crescimento foi observado na interação dos maiores níveis de N e K disponibilizados, 120 e 90 mg dm⁻³ de N e K, respectivamente.

Palavras-chave: Adaptação de clones; Fisiologia do crescimento; Nutrição florestal.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate physiological responses and growth of young plants of clone AEC 1528 (*E. urophylla* × *E. grandis*) subjected to increasing levels of nitrogen and potassium. The experimental design adopted was randomized blocks in a 4 × 4 factorial scheme, with four levels of nitrogen (0, 40, 80, 120 mg dm⁻³) and four levels of potassium (0, 30, 60, 90 mg dm⁻³). The height of the aerial part was evaluated; stem diameter; aerial part dry matter; root dry matter; SPAD index; net photosynthesis; stomatal conductance; leaf N content and RN enzyme activity. The AEC 1528 clone responded significantly to the interaction of nitrogen and potassium fertilization for most of the characteristics evaluated. The maximum growth potential was observed in the interaction of the highest levels of N and K available, 120 and 90 mg dm⁻³ of N and K, respectively.

Keywords: Adaptation of clones; Forest nutrition; Growth physiology.

Autor correspondente: Liliane Roque Prata
E-mail: lilianeroq@gmail.com

Recebido em: 2025-01-14
Aceito em: 2025-12-10

¹ Mestra em Fitotecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista (BA), Brasil.

² Doutor em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Professor Titular do curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista (BA), Brasil.

³ Doutora em Fitotecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Professora Titular do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista (BA), Brasil.

⁴ Doutora e pós-doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professora do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista (BA), Brasil.

⁵ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista (BA), Brasil.

⁶ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista (BA), Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A área ocupada por florestas plantadas de eucalipto, no Brasil, totalizou 10,5 milhões de hectares, com plantações localizadas principalmente nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Bahia (Ibá, 2025). A rapidez de crescimento e a adaptabilidade em regiões tropicais e subtropicais, combinadas com as propriedades versáteis da madeira, e dos produtos da celulose e do papel contribuem para a posição de destaque do eucalipto na silvicultura mundial (Oliveira *et al.*, 2023).

Apesar da alta produtividade das plantações florestais brasileiras de eucalipto, em comparação com outros países do mundo, em 2022, o Brasil apresentou uma ligeira queda na produtividade média em m^3ha^{-1} , estando esta queda associada aos efeitos das mudanças climáticas, expansão para novas áreas com solos de menor qualidade, consideradas regiões marginais ou de menor potencial produtivo e fatores bióticos e abióticos (IBÁ, 2025), destacando, portanto, a necessidade de conhecimento mais aprofundado das demandas de nutrientes, visto que, estas são indispensáveis em alta produtividade e redução de custos (Silva, 2020).

O clone AEC 1528, híbrido obtido a partir do cruzamento do *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*, é um dos mais plantados no Brasil, e a Região Sudoeste da Bahia é promissora em áreas plantadas de eucalipto no Estado, o conhecimento acerca da interação entre adubação e o clone AEC 1528 torna-se de suma importância para melhor entendimento da eficiência de utilização desse genótipo, promovendo assim a sustentabilidade florestal.

A relevância do desenvolvimento de pesquisas aliadas ao problema elucidado reside no fato de que a resposta das plantas à fertilização é mais dependente da interação entre os elementos solo-nutriente-plantas do que de nutrientes isolados (Bhattacharyya *et al.*, 2022), e que a adubação nitrogenada e potássica aplicada em plantas de eucalipto na fase inicial de crescimento pode conferir plantas mais adaptadas em decorrência de alterações morfofisiológicas. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar características associadas ao crescimento e à fisiologia de plantas jovens do clone AEC 1528 (*E. urophylla* \times *E. grandis*) submetidas a níveis crescentes de nitrogênio e potássio.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em Vitória da Conquista, BA, nas coordenadas 14°52'55" de Latitude Sul e 40°47'49" de Longitude Oeste. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo CWb, clima tropical de altitude, com inverno seco e verão ameno (Alvares *et al.*, 2013). A temperatura média anual é de 21,5°C, com precipitação média anual de 734,3 mm (Marcelino, 2021). Foram utilizadas mudas de eucalipto do clone AEC 1528 (*E. urophylla* \times *E. grandis*), com idade de 90 dias. Para garantir o nível correto de adubação em cada tratamento, sem interferência das fortes chuvas produzidas na área, o experimento foi conduzido em casa de vegetação, e as mudas foram transplantadas para vasos de polietileno. Cada tratamento foi submetido à mesma camada de irrigação, mantendo a capacidade de campo em cada estágio de desenvolvimento.

As mudas foram transplantadas para vasos de 20 dm³ de solo, mantendo uma muda por vaso, preenchido com solo Latossolo Amarelo Distrófico, retirado à 0,0-0,2 m de profundidade, e analisado quimicamente conforme Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo

pH	mg dm ⁻³	-----Cmolc dm ⁻³ de solo-----					%	g dm ⁻³				
H ₂ O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ⁺	H ⁺	SB	t	T	V	m	MO
5,5	2	0,2	2,1	1,0	0,1	2,1	3,3	3,4	5,5	60	3	10

SB = Soma de base; t = CTC efetiva; T = CTC, pH 7; V = Saturação de base; m = Saturação por alumínio; MO = Matéria orgânica.

Após a análise do solo, o mesmo foi corrigido com superfosfato simples, 8 % de P₂O₅, 16 % de cálcio e 8 % de enxofre (Barros; Novais, 1999).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 × 4, com o primeiro fator composto pelos níveis de nitrogênio (0, 40, 80, 120 mg dm⁻³ na forma de ureia), e o segundo fator pelos níveis de potássio (0, 30, 60, 90 mg dm⁻³ na forma de cloreto de potássio), totalizando 16 tratamentos e quatro repetições, com um vaso por unidade experimental. Os tratamentos foram aplicados em cobertura coroando a planta. A irrigação foi realizada mantendo a capacidade de campo.

Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, e com as plantas com 195 dias de idade, foram avaliadas as trocas gasosas, analisadas na primeira folha totalmente expandida do ramo principal, com auxílio de um analisador de gases por radiação infravermelha (IRGA LCPro, ADC, UK) com 900 μm fótons m⁻² s⁻¹ de radiação fotossinteticamente ativa. O Índice SPAD (Soil and Plant Analysis Development) foi determinado com clorofilômetro portátil, modelo SPAD-502 da Minolta. A atividade da enzima redutase do nitrato foi determinada pelo método do ensaio “in vivo” conforme Jaworski (1971), adaptado por Cairo *et al.* (1994) para espécies arbóreas. O teor de nitrogênio foliar foi determinado pelo método Semi-micro-Kjeldahl (Malavolta; Vitti; Oliveira, 1997). Avaliou-se também altura (H), diâmetro do coleto (DC) e matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR).

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade (Teste de Cochran) e normalidade (Lilliefors) de variâncias, pelo programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas) versão 9.1 (SAEG, 2007) e a análise de regressão através do programa SISVAR (Sistema de Análise de Variância), versão 5.3 (Ferreira, 2010). Para os níveis de N e K foram ajustadas equações de modelo de regressão com coeficiente de determinação superior a 60%, pela análise de variância da regressão a 95% de probabilidade, desde que adequado ao fenômeno biológico em estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, observou-se que houve interação significativa entre os fatores estudados (N e K) sobre o diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, condutância estomática, fotossíntese líquida e índice SPAD. Houve efeito

isolado de N para a altura da parte aérea, massa seca de raiz, percentagem de N foliar (% N foliar) e atividade da enzima redutase do nitrato (RN) (Tabela 2).

O DC e a produção de MSPA apresentaram respostas quadráticas diante da interação dos níveis de N e K (Figura 1). O máximo incremento em DC (16,2 mm) foi verificado na dose de 120 mg dm⁻³ de N e na dose estimada de 70 mg dm⁻³ de K (Figura 1a). Já a dose de 90 mg dm⁻³ de K proporcionou o máximo DC (15,58 mm) na maior dose de N (Figura 1b). Estes valores foram 4,32 % e 19,58 % superiores aos diâmetros observados nos tratamentos testemunhas para N e para K, respectivamente.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das características morfofisiológicas e nutricionais em clone AEC 1528 (*E. urophylla* × *E. grandis*) aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos

FV	GL	Quadrado Médio				
		DC	MSPA	SPAD	gs	A
N	3	37,50**	16024,5**	377,60**	0,03*	47,13**
K	3	3,73**	366,21**	8,95 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,75 ^{ns}
N x K	9	0,76**	30,96**	16,37**	0,05**	4,61*
Bloco	3	0,13 ^{ns}	4,74 ^{ns}	11,63 ^{ns}	0,01 ^{ns}	12,72**
Resíduo	45	0,27	11,45	4,84	0,01	1,83
CV (%)		3,63	3,34	9,72	21,75	12,43

FV	GL	Quadrado Médio			
		H	MSR	% N	RN
N	3	3409,31**	476,51**	4,19**	0,000002**
K	3	429,68 ^{ns}	34,60 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,0000004 ^{ns}
N x K	9	113,25 ^{ns}	23,95 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,0000005 ^{ns}
Bloco	3	40,93 ^{ns}	18,09 ^{ns}	0,45*	0,000005**
Resíduo	45	235,68	26,57	0,15	0,0000005
CV (%)		12,90	15,09	23,45	15,30

^{ns}, Não significativo. ** e *, Significativo a 1 e 5 %, pelo teste F, respectivamente. DC - Diâmetro de caule; MSPA - Matéria seca da parte aérea; SPAD - Índice SPAD; gs - Condutância estomática; A - Fotossíntese líquida; H - Altura da parte aérea; MSR - matéria seca de raiz; % N - Teor de nitrogênio foliar; RN - atividade da enzima redutase do nitrato.

A adubação nitrogenada em níveis adequados, associada à adubação com K, levou ao aumento do DC, entre outros fatores, possivelmente pela participação do N na síntese da lignina (Raza *et al.*, 2023) que, depois da celulose, é a substância orgânica mais abundante nas plantas e, quando depositado, resulta no espessamento das paredes secundárias, primárias e da lamela média, além de fortalecer caules e tecidos vasculares (Taiz *et al.*, 2024).

Ao contrário do N, o potássio não faz parte de nenhum composto orgânico da planta e não possui função estrutural (Prado, 2020). Porém, seu efeito significativo na interação com o N no crescimento das plantas no clone AEC 1528 (Figura 1a e 1b) também demonstra que este elemento está relacionado ao espessamento do caule, com plantas bem nutridas com K, e maior síntese de material para células formação de paredes (Marques *et al.*, 2018).

Incrementos no DC em plantas de eucalipto provenientes da fertilização nitrogenada e potássica, também foram observados em estudos de outros autores, porém de maneira isolada. Gazola *et al.*, (2015) verificaram que a dose estimada de 67 kg ha⁻¹ de

N, promoveu aos 21 meses de idade, o máximo diâmetro à altura do peito (9,9 cm), sendo este, 5,0 % superior ao tratamento testemunha.

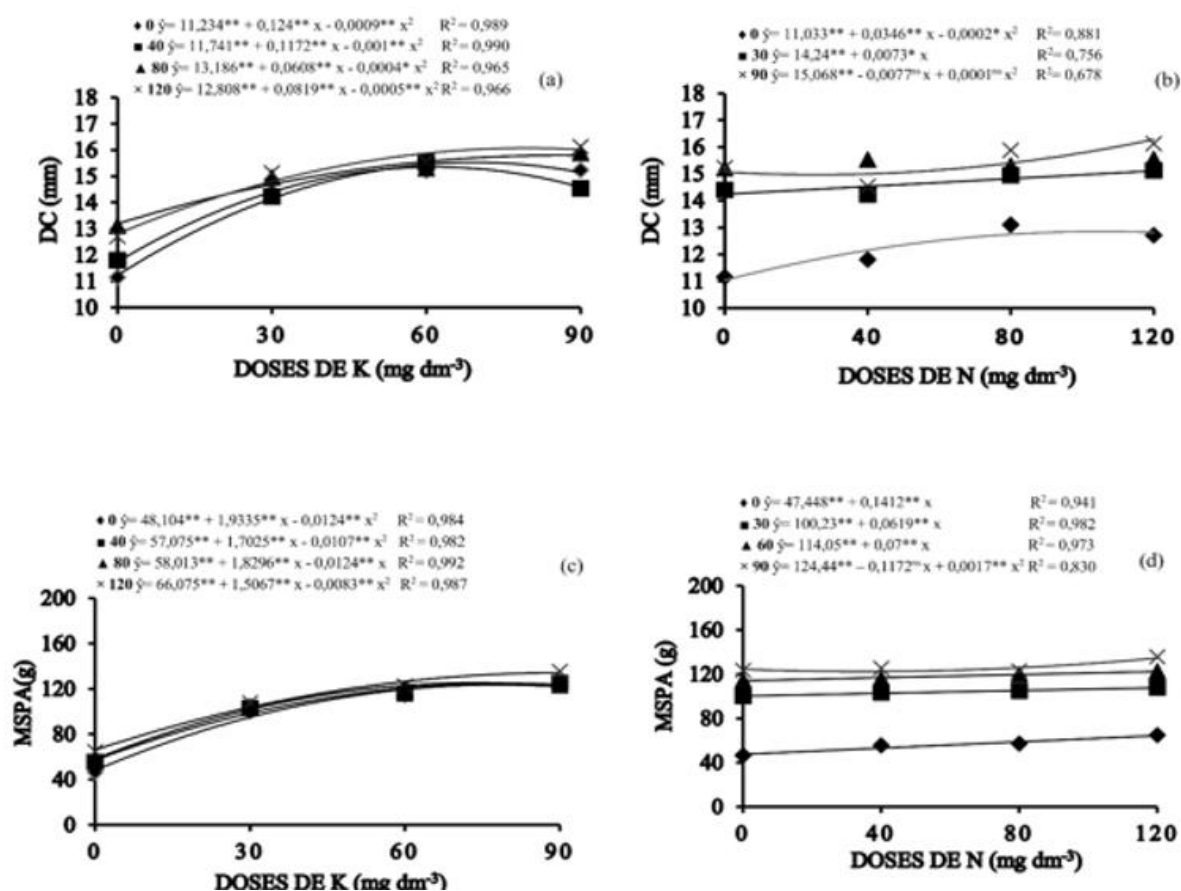


Figura 1. Diâmetro de caule (DC) e Matéria seca da parte aérea (MSPA) do clone AEC 1528 (*E. urophylla* × *E. grandis*) submetido a diferentes níveis de nitrogênio (N) e potássio (K), aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos. **e *, Significativo a 1 e 5 %, pelo teste F, respectivamente. NS: Não significativo

Para a produção de MSPA houve interação entre N e K, com modelos quadráticos para a maioria dos níveis dos nutrientes estudados (Figura 1c e 1d). O maior acúmulo de MSPA foi obtido na interação de 120 mg dm⁻³ de N e 90 mg dm⁻³ de K, obtendo 134,45 e 122,42 g, para o desdobramento de N e K, respectivamente.

A resposta significativa do clone AEC 1528 no acúmulo de biomassa aérea quando adubadas com N e K, demonstra que houve eficiência das plantas na conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa, interceptada em fotoassimilados, que é variável conforme as condições em que as plantas são cultivadas (Ngosong *et al.*, 2022; Gonçalves *et al.*, 2022).

Verificou-se neste estudo que a adubação nitrogenada, em níveis adequados, promove incrementos na MSPA, devido a participação do N na produção de glicose e outros carboidratos indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento de vários órgãos da planta (Vidigal; Puiatti; Sedyama, 2021). Verificou-se também que o potássio apresenta evidente importância no aporte de fitomassa das plantas de eucalipto (Figura 1C e 1D), que se deve possivelmente, à expansão celular, resultado do acúmulo de K nas

células, que é requerido para estabilizar o pH do citoplasma e aumentar o potencial osmótico do vacúolo (Wang *et al.*, 2013).

A interação de níveis adequados de N e K no incremento de MSPA das plantas de eucalipto (AEC 1528), também foi observado por autores como Santos *et al.* (2020) em plantas adultas do gênero *Eucalyptus*, quando adubadas com potássio.

Para as variáveis índice SPAD, condutância estomática (gs) e fotossíntese líquida (A) houve efeito significativo da das doses aplicadas de N e K.

O aumento da intensidade da cor verde das folhas de eucalipto em função da fertilização nitrogenada e potássica, analisadas por meio do índice SPAD, confirma que o nitrogênio é necessário para a síntese de clorofila (Mattuella *et al.*, 2018), assim como o potássio, e que ambos nutrientes fornecem um equilíbrio nutricional para a planta, favorecendo a formação e manutenção dos pigmentos de clorofila. Tal alteração fisiológica é fundamental para melhor aproveitamento da energia solar em suas funções bioquímicas, às quais por meio da fotossíntese, representarão plantas mais saudáveis e com maior produtividade, que no caso do eucalipto significa árvores com maior volume de madeira no período de corte.

Para o índice SPAD, houve incremento em todos os níveis de N e K estudados, mas os índices máximos alcançados (31,01 e 30,04) foram obtidos na interação das doses de 120 mg dm⁻³ N e 90 mg dm⁻³ de K, respectivamente (Figura 2a e 2b).

A condutância estomática apresentou equações significativas quando os níveis de 0 e 80 mg dm⁻³ de N foram fixados, em função das doses de K (Figura 2c). As plantas em que foi fornecido 80 mg dm⁻³ de N, tiveram uma gs inicial superior a testemunha, porém apresentou tendência linear decrescente com o aumento do gradiente de N, indicando um fechamento estomático. Quando as doses de 60 e 90 mg dm⁻³ de K foram fixadas, em função das doses de N, a condutância estomática apresentou equações quadráticas significativas, atingindo 0,36 e 0,39 de gs, respectivamente (Figura 2a). Isso pode ser explicado pela sensibilidade existente no controle de abertura estomática em relação ao gradiente de CO₂ atmosférico e o CO₂ da câmara subestomática, onde se o gradiente aumenta, inicialmente o fluxo de CO₂ em relação à demanda fotossintética seria maior, e o excesso corrigido pelo fechamento dos estômatos, sem haver redução da fotossíntese (Coll *et al.*, 2019), como verificado neste estudo (Figura 2c e 2d).

Mesmo com a tendência de redução do gs em todos os níveis de nitrogênio, houve aumento da fotossíntese em resposta a adubação nitrogenada. A maior atividade fotossintética foi verificada na dose de 40 mg dm⁻³ de N e 90 mg dm⁻³ de K, obtendo 13,26 e 13,33 μm m⁻²s⁻¹, respectivamente (Figura 2e e 2f), indicando que a fotossíntese das plantas pode ser afetada, pelo teor de nitrogênio da folha (Araújo *et al.*, 2019), e portanto, os níveis de N aplicados no solo em plantios de eucalipto clone AEC 1528 são imprescindíveis na síntese de clorofila e na síntese da enzima Rubisco (ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase) que participa da fixação do CO₂ atmosférico em plantas C3 (Prado, 2020). O nível de potássio no solo também pode afetar tais processos, uma vez que na carência de K, ocorre redução da taxa fotossintética por unidade de área foliar e aumento das taxas de respiração (Pour; Farahbakhsh; Tohidinejad, 2021).

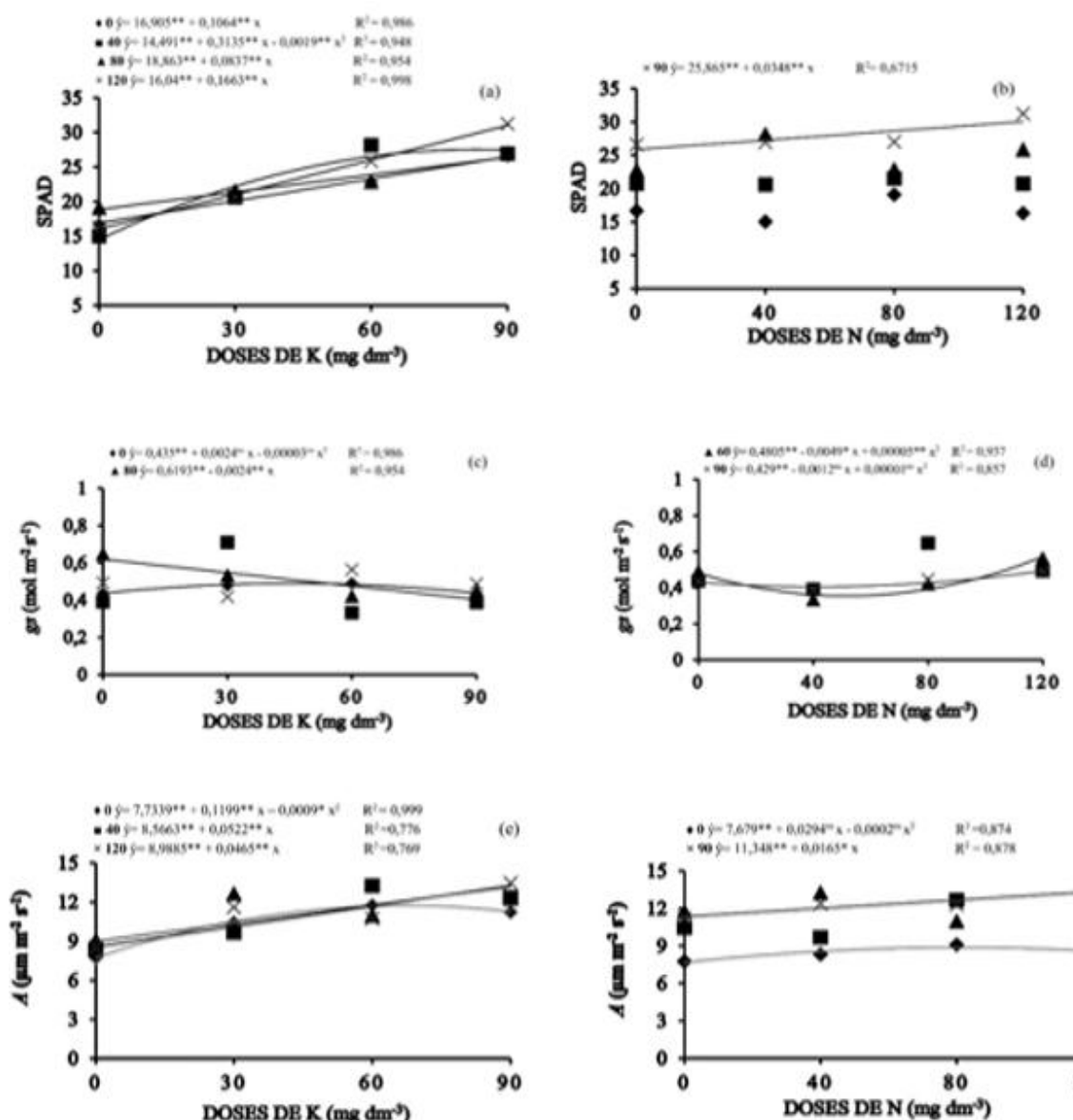


Figura 2. Índice SPAD, Condutância estomática (gs) e Fotossíntese líquida (A) do clone AEC 1528 (*E. urophylla* × *E. grandis*) submetido a diferentes níveis de nitrogênio (N) e potássio (K), aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos. ** e *, Significativo a 1 e 5 %, pelo teste F, respectivamente. NS: Não significativo.

Houve efeito isolado do N para as características altura da parte aérea (H) e matéria seca de raiz (MSR), explicadas por equações de regressão quadráticas. O teor de N foliar (N foliar) e a atividade da enzima redutase do nitrato (RN) apresentaram comportamento linear em função dos níveis de N aplicados (Tabela 3).

A altura da parte aérea das plantas de eucalipto foi incrementada quando receberam adubação nitrogenada com ureia. O maior crescimento em altura (130,5 cm) foi obtido na dose de 109 mg dm⁻³ de N. A partir desta dose, houve uma tendência de estabilização do crescimento em altura.

Como a deficiência de nitrogênio rapidamente inibe o crescimento vegetal (Sena *et al.*, 2021), este resultado era esperado, pode-se afirmar que os plantios comerciais de eucalipto devem estar adequadamente supridos deste nutriente, uma vez que plantas mais

altas são desejáveis, já que sua madeira é largamente utilizada para a fabricação de tábuas, estacas, e diversos outros subprodutos, como a fabricação de móveis.

Tabela 3. Equações de regressão geradas do efeito de doses de nitrogênio (0 mg, 40 mg, 80 mg, e 120 mg dm⁻³) sobre as relações estudadas, em clone AEC 1528 (*E. urophylla* × *E. grandis*) aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos

Características	(1-4) Equações de regressão	R ²
H (cm)	${}^1\hat{Y} = 99,559^{**} + 0,5671^{**} x - 0,0026^{*} x^2$	0,917
MSR (g)	${}^2\hat{Y} = 26,741^{**} + 0,2177^{**} x - 0,001^{*} x^2$	0,959
N foliar (%)	${}^3\hat{Y} = 1,0749^{**} + 0,0099^{**} x$	0,997
RN (μmol NO ₂ ⁻ g ⁻¹ mf h ⁻¹)	${}^4\hat{Y} = 0,0042^{**} + 0,000006^{**} x$	0,803

** e *, Significativo a 1 e 5 %, pelo teste F, respectivamente. R² – Coeficiente de determinação ajustado; H - Altura da parte aérea; MSR - matéria seca de raiz; N foliar – Teor de nitrogênio foliar; RN - atividade da enzima redutase do nitrato

O aumento do gradiente de N exerceu tendência ascendente no acúmulo MSR das plantas de eucalipto, clone AEC 1528, até um ponto máximo (38,59 g), que foi verificado na dose estimada de 108 mg dm⁻³ de N. A partir desta dose, houve uma estabilização, indicando que o aumento nos níveis de N não influenciou mais o acúmulo de massa, nas condições em que foi conduzido o experimento. Em níveis adequados, o N pode favorecer o crescimento da raiz em virtude de o crescimento da parte aérea aumentar a área foliar e a fotossíntese e, com isso, maior fluxo de carboidratos é translocado para a raiz, favorecendo seu crescimento (Prado, 2020).

Plantas com um sistema radicular bem desenvolvido tem maior capacidade de absorver água e nutrientes minerais do solo (Pan *et al.*, 2023), desta maneira, o acúmulo de biomassa radicular é fator positivo a ser considerado no estudo nutricional de espécies arbóreas, pois pressupõe que tais plantas terão maior capacidade de explorar o solo, obtendo recursos para seu crescimento e desenvolvimento, especialmente nos primeiros meses após o plantio no campo, quando é alta a taxa de mortalidade das plantas.

Em relação ao acúmulo de N foliar, houve crescimento ascendente linear em função das doses de nitrogênio (Tabela 3), apresentando o ponto máximo (2,26 % da matéria seca) na dose de 120 mg dm⁻³ de N. As plantas sem adubação nitrogenada com ureia tiveram teores de N foliares abaixo (1,07% da massa seca), já nas doses mais altas, os teores ficaram acima do recomendado (2,26% da massa seca). Estes resultados indicam que as espécies de eucalipto apresentam diferenças em relação aos teores foliares de N, que podem ser atribuídas ao genótipo utilizado, às fases de desenvolvimento das plantas, à finalidade do plantio e às variações climáticas, hídricas e nutricionais.

O acúmulo de N foliar em função do aumento dos níveis de N para o clone AEC 1528, apesar de esperado, por si tratar de uma relação direta, foi muito expressivo, sendo 52,44% superior às plantas que não foram adubadas com nitrogênio. Plantas de eucalipto com maiores teores de nitrogênio são desejáveis, não apenas pela função estrutural e participação deste elemento nos processos fisiológicos da planta, mas também por aspectos silviculturais.

A atividade da enzima redutase do nitrato aumentou linearmente com o fornecimento de N (Tabela 3), atingindo seu máximo em 0,0049 μmol NO₂⁻ g⁻¹ MF h⁻¹. Pressupõe-se pelos resultados obtidos, que a maior parte do amônio oriundo da

degradação da ureia converteu-se em nitrato, já que a atividade da RN intensificou com o aumento da concentração de N, indicando que as maiores doses de N forneceram maiores quantidades de substrato para a atividade enzimática. Pela sua importante função desempenhada nas plantas, a alta atividade da enzima redutase de nitrato indica portanto, maior capacidade de assimilar o nitrato disponível e, em consequência, maior capacidade em responder à adubação nitrogenada aumentando a produtividade dos plantios comerciais.

4 CONCLUSÃO

O clone AEC 1528 (*E. urophylla* × *E. grandis*) submetido as doses máximas de 120 e 90 mg dm⁻³ de N e K respectivamente, interferiram positivamente no crescimento e fisiologia das plantas.

As doses inferiores a 40 mg dm⁻³ N e 84 mg dm⁻³ K não são recomendadas para este genótipo, devido ao menor desenvolvimento das plantas.

As perspectivas futuras é que novos trabalhos sejam estudados com formas mais fácil de serem assimiladas pelas plantas assim como outros materiais genéticos, visando estudar essa interação no início do ciclo em plantas após seu plantio em campo.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAÚJO, L. L. N.; MELO, H. C.; CASTIGLIONI, G. L.; GONÇALVES, L. A. Intensidade de radiação influenciando características morfofisiológicas em folhas de *Tretadenia riparia* (Hochst.) Codd. **Iheringia**, v. 74, n. 1, p. 1-6, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-82312019v74e2019001>.
- BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Eucalipto. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999.
- BHATTACHARYYA, S. S.; FURTAK, K. Soil-plant-microbe interactions determine soil biological fertility by altering rhizospheric nutrient cycling and biocrust formation. **Sustainability**, v. 15, n. 1, 2022, p. 625. DOI: <https://doi.org/10.3390/su1501062>.
- CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; DÉLU FILHO, N. Determinação das condições ótimas para o ensaio "in vivo" da redutase de nitrato em algumas espécies arbóreas. **Revista Árvore**, v. 18, n. 1, p. 79-86, 1994.

COLL, J. B. **Fisiología vegetal** (Formato e-book). Madrid: Ediciones Piramide, 2019.

FERREIRA, K. S.; RUFINI, J. C. M.; FAGUNDES, M. C. P.; MOREIRA, S. G.; FERREIRA, E. V. O. BARBOSA; M. A. P. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleiras em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Colloquium Agrarie**, v. 15, n. 2, p. 37-50, 2019. DOI: <https://www.doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n2.a283>.

FAVREAU, B.; DENIS, M.; PLOYET, R.; MOUNET, F.; SILVA, H. P.; FRANCESCHINI, L.; LACLAU, J. P.; LABATE, C.; CARRER, H. Distinct leaf transcriptomic response of water deficient *Eucalyptus grandis* submitted to potassium and sodium fertilization. **PlosOne**, v. 14, n. 6, p. 1-30, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218528>.

FERREIRA, D. F. **SISVAR-Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

GAZOLA, R. N. Doses of N, P and K in the cultivation of eucalyptus in soil originally under Cerrado vegetation. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1895-1912, 2015.

GONÇALVES, M. B.; SILVA, I. S.; SILVA, A. J.; SANTOS, A. F. F.; SANTOS, H. J. S.; MOURTHÉ, M. H. F.; BRAZ, T. G. S. Produção de forragem e eficiência no uso do nitrogênio em capim-corrente. **Cad. Ciênc. Agrá.**, v. 14, n. 1, p. 01-09, 2022. DOI: <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2022.38750>.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2025**. IBÁ, 2025. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2025-r.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2025.

JAWORSKI, E. G. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 43, n. 6, p. 274-1279, 1971.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997.

MARCELINO, R. L. Comportamento climático do município de vitória da conquista em relação ao el niño (atualização). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 2156-2173, 2021.

MARQUES, D. J.; BIANCHINI, H. C.; LOBATO, A. K. S.; SILVA, W. F. Potassium fertilization in the production of vegetables and fruits. *In: Potassium-improvement of quality in fruits and vegetables through hydroponic nutrient management*. IntechOpen, 118 p. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.72854>.

MATTUELLA, D.; SIMIONI, S. P.; SEGATTO, C.; CIGEL, C.; ADAMS, C. R.; KLEIN, C.; LAJÚS, C. R.; SORDI, A. Eficiência agrônômica da cultura do trigo submetida a doses de nitrogênio em diferentes estádios ontogênicos. **Ciência Agrícola**, v. 16, n. 3, p. 1-9, 2018.

NGOSONG, C.; TATAH, B. N.; OLOUGOU, M. N. E.; SUH, C.; NKONGHO, R.N.; NGONE, M. A.; ACHIRI, D.T.; TCHAKOUNTÉ, G. V. T.; RUPPEL, S. Inoculating plant growth-promoting bacteria and arbuscular mycorrhiza fungi modulates rhizosphere acid phosphatase and nodulation activities and enhance the productivity of soybean (glycine max). **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.934339>.

OLIVEIRA, D. A.; SILVA; P. H. M.; NOVAES, E.; GRATTAPAGLIA, D. Genome-wide analysis highlights genetic admixture in exotic germplasm resources of eucalyptus and unexpected ancestral genomic composition of interspecific hybrids. **Plos One**, v. 18, n. 8, 2023, p. e0289536. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289536>.

PAN, X.; WANG, P.; WEI, X.; ZHANG, J.; XU, B.; CHEN, Y.; WEI, G.; WANG, Z. Exploring root system architecture and anatomical variability in alfafa (*Medicago sativa* L.) seedlings. **Plant Bio.**, v. 23, n. 1, p. 1-17, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04469-4>.

POUR, A. P.; FARAHBAKHS, H.; TOHIDINEJAD, E. Nitrogen, phosphorous and potassium levels affected growth indices, leaf gas exchange parameters and biomass production of henna (*Lawsonia inermis* L.) ecotypes. **Ind. Crop Prod.**, v. 163, n. 113297, p. 1-15, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113297>.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. Botucatu: Editora UNESP; 2020, 416p.

RAZA, A.; ASGHAR, M. A.; JAVED, H. H.; ULÁ, A.; CHENG, B.; XU, M.; WANG, W.; LIU, C.; RAHMAN, A.; IQBAL, T.; SALEM, K.; LIU, W.; YANG, W. Optimum nitrogen improved stem breaking resistance of intercropped soybean by modifying the stem anatomical structure and lignin metabolism. **Plant Physiol. Bioch.**, v. 199, n. 1, p. 1-12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107720>.

SANTOS, E. F.; MATEUS, N. S.; ROSÁRIO, M. O.; GARCEZ, T. B.; MAZZAFERA, M.; LAVRES, J. Enhancing potassium content in leaves and stems improves drought tolerance of eucalyptus clones. **Physiologia Plantarum**, v. 172, n. 2, p. 552-563, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppl.13228>.

SILVA, N. F. D.; BARROS, N. F. D.; NEVES, J. C. L.; SCHULTHAIS, F.; NOVAIS, R. F. D.; MATTIELLO, E. M. Yield and nutrient demand and efficiency of eucalyptus under coppicing regime. **Forests**, v. 11, n. 8, p. 852, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/f11080852>.

SAEG. Sistema de análises estatísticas e genéticas: Versão 9.1. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007.

SENA, L. M.; ARRUDA, J. F.; BRITO, P. O. B.; COSTA, F. R. S.; PONTES FILHO, R. A.; GONDIM, F. A. Cultivo de plantas de *Erythrina velutina* em substrato contendo vermicomposto. **Nativa**, v. 9, n. 3, p. 247-252, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i3.10141>.

TAIZ, L.; EDUARDO ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 7. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2024. 864p.

VIDIGAL, S. M.; PUIATTI, M.; SEDIYAMA, M. A. N. Análise de crescimento e partição de fotoassimilados em plantas de abóbora híbrida Tetsukabuto submetidas a doses de nitrogênio. **Científica**, v. 49, n. 1, p. 42-50, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2021v49n1p42-50>.

WANG, M.; ZHENG, Q.; SHEN, Q.; GUO, S. The critical role of potassium in plant stress response. **Int J Mol Sci.**, v. 14, n. 4, p. 7370-90, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms14047370>.