



# Proporções de amônio e nitrato no cultivo de plantas de tabaco

Victor Gabriel Souza de Almeida<sup>1</sup>, Girlene Santos de Souza<sup>2</sup>, Gildeon Santos Brito<sup>3</sup>, Alfredo Teles de Jesus Neto<sup>4</sup>, Cristian Martins de Souza<sup>5</sup>, Anacleto Ranulfo dos Santos<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, victor.gsa11@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, girlene@ufrb.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulis - UNESP – Jaboticabal gilideon1997@outlook.com

<sup>4</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, alfredoteles008@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, cr-tiam@hotmail.com

<sup>6</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, anacleto@ufrb.edu.br

Recebido em: 25/07/2024

Aceito em : 25/11/2024

## Resumo

O tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) é uma planta pertencente à família *Solanaceae* e originária das Américas. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de tabaco do mundo e essa cultura garante a renda de muitas famílias de pequenos produtores rurais. Trata-se de uma cultura muito exigente em nitrogênio e os teores adequados desse nutriente garantem a longevidade da cadeia produtiva da cultura, além de maximizar a produtividade e garantir a qualidade da produção. Diante disso, objetivou-se analisar o efeito de fontes de nitrogênio, na forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) e nítrica ( $\text{NO}_3^-$ ), no crescimento e desenvolvimento do tabaco. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), utilizando cinco proporções de amônio e nitrato ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ): 100:0; 75:25; 50:50; 25:75 e 0:100, com cinco repetições. Decorridos 60 dias após a aplicação semanal da solução nutritiva com as respectivas proporções, foram avaliados os parâmetros fisiológicos e de crescimento: os índices de clorofila a e b; número de folhas; altura da planta; diâmetro do caule; massa da matéria seca da raiz, caule, folha, parte aérea e total. A proporção 25:75 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ) resultou em maior crescimento em altura, número de folhas, diâmetro do caule e fitomassa seca das folhas, sendo esta última a variável de maior importância comercial para a cultura do tabaco. Os maiores teores de clorofilas ocorreram quando o nitrogênio foi fornecido na proporção 100:00 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ), porém, esse foi o tratamento com as menores expressões em todas as demais variáveis analisadas, não sendo recomendado para o cultivo do tabaco.

**Palavras-chave:** Crescimento. Fitomassa. Interação iônica. *Nicotiana tabacum* L. Nitrogênio.

## Introdução

O tabaco é um produto agrícola processado a partir das folhas de plantas do gênero *Nicotiana*, cujo representante comercial é a espécie *Nicotiana tabacum* L., originária da América do Sul, principalmente do México e dos Andes Bolivianos, da qual é extraída a substância chamada nicotina (AFUBRA 2022). É uma planta herbácea anual, bianual ou perene que possui caule único e ereto com cerca de 2 m de altura, de onde nascem cerca de 18 a 26 folhas grandes com tamanho variando entre 30 e 40 cm de comprimento e 10 a 20 cm de largura (BARBIERI, STUMPF, 2012).

A planta de tabaco sempre foi utilizada pelos indígenas e comunidades tradicionais

como fitoterápico, onde era consumido mascado, aspirado como rapé, inalado em cachimbos ou cigarros, bebido ou aplicado sobre o corpo (VIOTTI, 2020).

O Brasil é o segundo maior produtor de tabaco em folha, ficando atrás somente da China, mantendo, porém, a posição de maior exportador desse produto no mercado mundial (SOARES et al., 2023). Em 2021, cerca de 86 % da produção tiveram como destino a exportação para a União Europeia, Ásia e Estados Unidos, tornando o tabaco um dos produtos agrícolas de maior relevância para a balança comercial do país. Dados do mesmo ano revelaram que a exportação brasileira foi de 464.430 toneladas, com geração de receita da ordem de R\$ 7,93 bilhões (AFUBRA, 2022).

No Sul do Brasil, o cultivo do fumo se destina à fabricação de cigarros; já no Nordeste, a cultura é especialmente destinada para a indústria de charutos, devido ao fumo escuro, utilizado na preparação desses charutos que são produzidos na Bahia (JESUS, 2007). Na região do Recôncavo Baiano, a produção de tabaco se desenvolveu desde os meados do século XVII (LOPES, 2004), sendo a Bahia o berço da cultura fumageira no Brasil e com a produção de charutos iniciada na região desde o século XIX (JESUS, 2007).

Por seu impacto social, a cultura do fumo é considerada hoje um fator de promoção humana e de manutenção do homem no campo, envolvendo cerca de 100 mil pessoas vinculadas direta e indiretamente à atividade na Bahia (OLIVEIRA, 2006). O razoável retorno financeiro que essa atividade secular oferece e a falta de outras alternativas para produção, mesmo em pequenas propriedades, junto ao manejo racional da terra, são apontadas como as principais causas que levam os produtores de fumo a continuarem com a fumicultura, apesar das diversas crises econômicas que o país passou nas últimas décadas (JESUS, 2007).

O tabaco é uma cultura exigente em nitrogênio e potássio, fazendo-se necessário a adubação equilibrada para repor esses elementos no solo com o objetivo de maximizar a produtividade e garantir a qualidade da produção a fim de atender às necessidades dos consumidores (SOARES et al., 2023).

A adubação nitrogenada é uma das técnicas agrícolas que mais interfere na produção das culturas (STEFEN et al., 2016). Por isso, a escolha da fonte de nitrogênio se torna uma decisão fundamental, sendo alvo de estudos, pois as plantas possuem resultados distintos quando expostas a diferentes fontes de nitrogênio (MARTINEZ-ANDÚJAR et al., 2013). Entretanto, é necessário conhecer qual fonte de nitrogênio é a mais recomendada para a cultura

do tabaco. Além disso, o nitrogênio é um dos elementos químicos limitantes da produção de fitomassa em ecossistemas naturais. As formas químicas do nitrogênio mineral que as plantas podem absorver são os íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), e conhecer a preferência e doses adequadas desses íons para cada espécie é fundamental para garantir o sucesso da produção agrícola (BRITO et al., 2023).

Para a cultura do tabaco é indicado não utilizar subdosagens de nitrogênio, pois elas promovem maiores perdas de produção, qualidade e rendimento das folhas. Deve-se evitar também o excesso desse nutriente, com reflexos na produtividade, justificando o aprimoramento da prescrição da dose de nitrogênio, evitando deficiências e excessos na adubação, bem como a perda de renda e problemas ambientais por uso excessivo de nitrogênio (SOARES et al., 2023).

Na grande maioria das culturas agrícolas, a absorção de apenas uma fonte de nitrogênio, sendo na forma de amônio ou nitrato, causa efeitos negativos ao metabolismo celular, uma vez que o excesso de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) requer maior gasto de energia celular e enzimas para a redução em amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Já o íon amônio não requer elevado gasto de energia para a absorção, porém altas concentrações desse íon causam toxicidade nas células, afetando o metabolismo e morfologia das plantas (TAIZ et al., 2021).

Inúmeros resultados significativos podem ser encontrados na literatura quando se avalia a influência dos íons amônio e nitrato para a família das *Solanaceae*. Por exemplo, Tanan et al. (2019) no seu trabalho sobre os efeitos de fontes nitrogenadas nas características dos frutos e qualidade fisiológica de sementes de *Physalis angulata*, em que concentrações balanceadas de amônio e nitrato na solução nutritiva foram recomendáveis para o cultivo, pois promoveram frutos maiores e mais doces, com sementes vigorosas.

Assim sendo, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento inicial de plantas de tabaco, quando submetidas a diferentes proporções de amônio e nitrato como fonte de adubação nitrogenada via solução nutritiva.

## Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação no campus experimental do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas, situada na região do Recôncavo Baiano, localizada a 140 km de Salvador, no período de março a maio de 2023.

As mudas de tabaco foram produzidas a partir de sementes adquiridas em comércio local, utilizando-se bandejas de polietileno, contendo como substrato latossolo vermelho-amarelo distrocoeso + húmus de minhoca na proporção 2:1. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação com irrigação diária, conforme as exigências climáticas da cultura, até a data de transplante, que ocorreu 28 dias após a semeadura. Toda água utilizada para irrigação do experimento foi proveniente da rede de estação da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa), conforme a análise química apresentada na Tabela 1.

Em estágio fenológico de crescimento vegetativo - V 2 (planta com 2 folhas), as mudas foram transplantadas para vasos de polietileno

com capacidade de 3,0 dm<sup>3</sup>, preenchidos com areia lavada e vermiculita na proporção 2:1, respectivamente. A reposição de água, em cada unidade experimental, foi feita diariamente, com 200 mL de água pelo turno da manhã visando manter a umidade nos vasos.

No dia seguinte ao transplante, aplicou-se solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon (1950), com 50 % da concentração iônica para fixação da planta ao substrato inerte. Vale ressaltar que o pH da solução nutritiva foi ajustado para 5,6 ( $\pm 0,1$ ) com HCl ou NaOH quando necessário. As concentrações salinas das soluções ficaram abaixo de 1 atm para todos os tratamentos, com base no cálculo da pressão osmótica da solução.

Após uma semana, as plantas começaram a receber soluções distintas em função das proporções de amônio e nitrato (Tabela 2). A quantidade de solução nutritiva administrada em cada unidade experimental foi equivalente ao volume da reposição de água. Logo, totalizaram cinco aplicações, em que o volume utilizado no experimento foi de 1 litro de solução nutritiva para cada tratamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com espaçamento de aproximadamente 30 cm entre os vasos. Os tratamentos foram constituídos por cinco proporções de (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>): 100:0; 75:25; 50:50; 25:75 e 0:100, conforme a Tabela 2, com cinco repetições, sendo cada parcela experimental constituída por uma planta útil, totalizando 25 unidades experimentais. Até o

**Tabela 1.** Características químicas da água utilizada para irrigação (Água da Embasa)

pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
		----- Meq L <sup>-1</sup>		
4,5	5,5	2,0	1,0	3,9

**Método:** EMBAPA, 2010. pH = potencial hidrogênio iônico. Ca<sup>2+</sup> = concentração de cálcio. Mg<sup>2+</sup> = concentração de magnésio. Na<sup>+</sup> = concentração de sódio. K<sup>+</sup> = concentração de potássio.

**PS:** A quantidade de Nitrogênio da água da embasa foi considerada desprezível pela baixa concentração apresentada.

**Fonte:** autores (2024)

**Tabela 2.** Volume (mL) utilizado das soluções estoques para formar 1 L de solução nutritiva modificada, para a solução meia-força, normal e os respectivos tratamentos (proporções de  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ).

Solução estoque	Soluções nutritivas preparadas (mL L <sup>-1</sup> ) de $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$						
	Meia Força	Normal	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
$\text{KH}_2\text{PO}_4^-$	0,5	1	1	1	1	1	1
$\text{NH}_4\text{Cl}$	-	-	15	11,25	7,5	3,75	-
KCl	-	-	5	1,25	5	3,75	-
$\text{CaCl}_2$	-	-	5	5	1,25	-	-
$\text{MgSO}_4$	1	2	2	2	2	2	2
$\text{KNO}_3$	2,5	5	-	3,75	-	1,25	5
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	2,5	5	-	-	3,75	5	5
Ferro-EDTA*	0,5	1	1	1	1	1	1
Micronutrientes**	0,5	1	1	1	1	1	1

\*\*Solução de micronutrientes (g/l):  $\text{H}_3\text{BO}_3 = 2,86$ ;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 1,81$ ;  $\text{ZnCl}_2 = 0,10$ ;  $\text{CuCl}_2 = 0,04$ ;  $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = 0,02$ . \*Solução de Ferro-EDTA: Foram dissolvidos 26,1 g de EDTA dissódico em 286 mL de NaOH 1N + 24,9 g de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  e aerado por uma noite.

**Fonte:** Adaptado de Hoagland & Arnon (1950)

término do experimento, foi monitorado o ataque de pragas e doenças e as medidas fitossanitárias necessárias foram tomadas para garantir a integridade do experimento. Além disso, adotou-se um período de resposta da última aplicação de solução nutritiva, que durou uma semana.

Ao final do experimento foram avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta (AP), utilizando uma fita métrica graduada em milímetros, em que a altura foi considerada a partir do colo ao ápice da gema terminal, sendo os resultados expressos em centímetros; número de folhas (NF), determinada por contagem manual simples; diâmetro do caule (DC), mensurado com paquímetro digital na base do caule da planta, sendo os resultados expressos em milímetros; índice de clorofila *a* (CLA), clorofila *b* (CLB), clorofila total (CLT) e relação clorofila *a/b* (RAB) utilizando o aparelho eletrônico ClorofiLog – modelo Falker-CFL1030, com leituras realizadas em três folhas do terço médio de cada planta, no período de 7 a 8 horas da manhã.

Em seguida o material vegetal (raiz, caule e folha) foi individualmente acondicionado em sacos de papel Kraft, previamente identificados e colocados em estufa de circulação forçada de

ar à  $65^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  por 72 horas, até alcançar massa constante, para determinar as respectivas massas da matéria seca das raízes (MSR), do caule (MSC) e das folhas (MSF). O material foi pesado com o auxílio de uma balança analítica de precisão de três casas decimais. Por meio dos resultados obtidos das fitomassas foi calculada a massa da matéria seca total (MST).

Os dados foram submetidos à análise de variância e em função do nível de significância no teste de F para as proporções de amônio e nitrato, procedeu-se o teste de Tukey para comparação de médias entre os tratamentos com 5 % de significância, utilizando-se o programa estatístico computacional SISVAR (FERREIRA, 2019).

## Resultados e discussão

Os tratamentos com diferentes proporções de amônio e nitrato influenciaram significativamente nas seguintes variáveis de crescimento das plantas de tabaco: altura das plantas, número de folhas e diâmetro do caule ( $p < 0,05$ ); além dos índices de clorofila: *a*, *b* e total ( $p < 0,05$ ); e a produção de fitomassa seca das folhas, caule, parte aérea, raiz e total ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3).

Quanto às variáveis altura, número de folhas e diâmetro do caule; quando submetidas ao tratamento com 75 % de  $\text{NO}_3^-$ , observou-se maior crescimento das plantas em comparação aos demais. Por outro lado, a omissão desse íon ocasionou o menor desempenho nessas variáveis, devido à preferência dessa cultura pela adubação níttrica (Tabela 4).

Para a altura, os tratamentos com maiores concentrações de nitrato (75 e 100 %) proporcionaram incremento de aproximadamente

42,62 % em relação ao tratamento com omissão desse íon, que fez o menor desempenho. Tal fato ocorreu pela ação tóxica do amônio quando fornecido de forma isolada, já que sua absorção ocasiona desequilíbrio eletrostático entre o meio extra e intracelular, fazendo com que as células realizem o fluxo oposto de cargas positivas para alcançar a neutralidade (BRITO et al., 2023), ocasionando perda de energia para a troca de cargas, em vez de utilizar a energia metabólica para o crescimento vegetativo.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as variáveis analisadas em plantas de *Nicotiana tabacum* L. submetidas a diferentes proporções de amônio e nitrato. Cruz das Almas, Bahia, 2023.

Trat.	Teste F observado					
	Ft	AP	NF	DC	CLA	CLB
	2,87	37,3*	66,2*	267,2*	109,5*	59,8*

  

Trat.	Teste F observado					
	CLT	MSF	MSC	MSPA	MSR	MST
	38,7*	11,7*	33,2*	30,0*	4,77*	29,0*

Trat - tratamentos; Ft – valor de F tabelado / F crítico; AP – altura das plantas; NF – número de folhas; DC – diâmetro do caule; CLA – clorofila *a*; CLB – clorofila *b*; CLT – clorofila total; MSF – massa seca das folhas; MSC – massa seca do caule; MSPA – massa seca da parte aérea; MSR – massa seca da raiz; MST – massa seca total; \*todas as variáveis significativas a 5 %.

**Fonte:** autores (2024)

**Tabela 4.** Altura da planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) de plantas de *Nicotiana tabacum* L. submetidas a diferentes proporções de amônio e nitrato. Cruz das Almas, Bahia, 2023.

TRATAMENTOS ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ )	ALTURA (cm)	NÚMERO DE FOLHAS	DIÂMETRO DO CAULE (mm)
100:0	60,40 C	10,80 D	0,51 E
75:25	72,80 B	12,20 C	0,57 D
50:50	79,48 AB	12,40 C	0,69 C
25:75	86,14 A	16,40 A	0,91 A
0:100	81,14 A	14,40 B	0,78 B
CV (%)	4,79	4,53	3,13
Média Geral	75,99	13,24	0,69
$\sigma_{\bar{x}}$	1,62	0,26	0,00
DMS <sub>5%</sub>	6,88	1,13	0,04

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

**Fonte:** autores (2023)

Ao avaliar o crescimento de plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* em meio hidropônico com diferentes proporções de amônio e nitrato, Cairo et al. (2021) obtiveram resultados em que as respostas de maior e menor altura das plantas foram significativas nos tratamentos 25:75 e 100:0 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ), respectivamente.

Em relação ao número de folhas, o tratamento com melhor desempenho (75 % de  $\text{NO}_3^-$ ) obteve incremento de 51,85 % em quantidade de folhas em relação às plantas cultivadas com omissão de nitrato (Tabela 4). O amônio quando presente em altas concentrações pode induzir a alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas, por não ser acumulado nos vacúolos celulares como o nitrato, o amônio se torna tóxico e reduz o crescimento das plantas (MELO et al., 2020), conforme constatado na redução do número de folhas.

Ao avaliar plantas de menta sob diferentes proporções de nitrato e amônio em ambientes de luz, Silva et al. (2021) obtiveram resultados em que o presente trabalho teve similaridade, visto que evidenciaram que o número de folhas de plantas crescidas em pleno sol sob a influência dos tratamentos 50:50 e 25:75 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ) alcançaram respectivamente, 398,5 e 333,4 folhas por planta, foram os tratamentos de maiores desempenhos.

Em relação ao diâmetro do caule, as plantas de tabaco cultivadas com concentração elevada de  $\text{NO}_3^-$  (75 %) associada à baixa concentração de  $\text{NH}_4^+$  (25 %) obtiveram incremento médio de 78,43 % em espessura do caule quando comparadas ao tratamento com ausência de nitrato. Isso ocorreu pela fonte correta do nitrogênio, que possibilitou maior constituição de fibras e, conseqüentemente, maior diâmetro do caule (CAMPOS et al., 2017). A maioria das plantas superiores manifestam sintomas tóxicos graves quando cultivadas apenas com nitrogênio amoniacal (BRITO et al., 2023), como evidenciado neste trabalho.

Observaram-se respostas significativas para as variáveis índice de clorofila *a*, *b* e total quanto aos tratamentos aplicados com diferentes proporções de amônio e nitrato ( $p < 0,05$ ). O tratamento 100:0 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ), que forneceu o nitrogênio apenas na forma amoniacal, possibilitou os maiores índices para clorofila *a*, *b* e total, enquanto que, concentrações acima de 50 % de nitrato reduziram os índices de clorofila *a*, *b* e total (Tabela 5).

Ao avaliar o crescimento e desenvolvimento de plantas de *Clitoria ternatea* cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato, Almeida et al. (2024) obtiveram resultados em que o presente trabalho foi semelhante, ao verificarem que os maiores índices de clorofila *a*, *b* e total não corresponderam necessariamente em maiores produtividades, pois os íons amônio e nitrato podem reduzir a taxa fotossintética, a abertura estomática e a concentração de  $\text{CO}_2$  nas folhas, quando fornecidos de forma isolada, reduzindo a produção de biomassa. No caso da *Clitoria ternatea*, o nitrato foi mais tóxico à cultura, enquanto que no neste trabalho foi o amônio.

As clorofilas *a* e *b* são os pigmentos mais abundantes, principalmente a clorofila *a* que é utilizada pela planta na fase fotoquímica para a produção de energia química, sob a forma de ATP e NADPH. Já a clorofila *b* é um pigmento acessório, que auxilia a absorção de luz na transferência de energia radiante para os centros de reação, junto a outros pigmentos acessórios (TAIZ et al., 2021). Assim, elas estão relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente, com seu crescimento e adaptação aos diferentes ambientes. Além disso, elas são constantemente sintetizadas e destruídas em processos influenciados por fatores internos e externos às plantas (KURTZ et al., 2022).

Foram encontradas respostas significativas ( $p < 0,05$ ) para as variáveis de acúmulo de fitomassa (massa de matéria seca das folhas,

**Tabela 5.** Índices de clorofila a (CLA), clorofila b (CLB) e clorofila total (CLT) de plantas de *Nicotiana tabacum* L. submetidas a diferentes proporções de amônio e nitrato. Cruz das Almas, Bahia, 2023.

TRATAMENTOS (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> :NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	CLA	CLB	CLT
100:0	34,30 A	13,36 A	47,66 A
75:25	32,14 B	9,44 B	41,58 B
50:50	29,44 C	7,98 CD	37,42 C
25:75	26,34 D	6,62 D	32,96 D
0:100	28,66 C	8,18 BC	33,78 CD
CV (%)	2,19	8,16	5,63
Média Geral	30,17	9,11	38,68
$\sigma \bar{x}$	0,29	0,33	0,97
DMS <sub>5%</sub>	1,25	1,40	4,12

\*Médias seguidas pela mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Fonte: autores (2023)

caule, raízes e total) em resposta aos tratamentos com diferentes proporções de amônio e nitrato.

Com isso, observa-se que a proporção 25:75 (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) resultou em maior média para massa da matéria seca de folhas, cuja variável constitui uma das mais importantes, pois representa a parte de maior valor comercial da planta de tabaco (Tabela 6). Os tratamentos com maiores concentrações de nitrato 75 e 100 % proporcionaram médias elevadas na produção

de fitomassa seca, sendo que o tratamento que forneceu N apenas na forma amoniacal fez os menores resultados relacionados a essas variáveis.

Tais resultados podem ser explicados pelo fato da maioria das culturas possuírem o crescimento maximizado com suprimento de combinações dos íons amônio e nitrato, em que algumas espécies têm o crescimento inibido quando a fonte de nitrogênio é exclusivamente

**Tabela 6.** Massa da matéria seca das folhas (MSF), do caule (MSC), das raízes (MSR) e total (MST) de plantas de *Nicotiana tabacum* L. submetidas a diferentes proporções de amônio e nitrato. Cruz das Almas, Bahia, 2023.

TRATAMENTOS (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> :NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	MSF (g)	MSC (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
100:0	5,70 B	4,37 C	10,07 B	3,01 B	13,09 C
75:25	8,12 A	7,28 B	15,40 A	3,03 B	18,43 B
50:50	9,17 A	7,45 B	16,62 A	4,28 AB	20,90 AB
25:75	9,41 A	8,40 AB	17,81 A	3,83 AB	21,65 A
0:100	8,51 A	8,91 A	17,42 A	4,72 A	22,14 A
CV (%)	11,78	9,37	8,31	20,52	8,03
Média Geral	8,18	7,28	15,46	3,77	19,24
$\sigma \bar{x}$	0,43	0,30	0,57	0,34	0,69
DMS <sub>5%</sub>	1,82	1,29	2,43	1,46	2,92

\*Médias seguidas pela mesma letra e número, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Fonte: autores (2023)

amoniacal (PASSOS et al., 2019); como ocorreu neste trabalho em que a combinação 25:75 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ) proporcionou maior produtividade, enquanto a adubação exclusivamente amoniacal fez as menores produtividades.

Em relação à massa seca das folhas, o tratamento 25:75 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ) proporcionou incremento de 65,08 % em relação à omissão de nitrato, que fez a menor produção de biomassa. Silva et al. (2018), ao avaliarem o rendimento de massa seca de *Physalis angulata* L. sob proporções de nitrato e amônio em cultivo hidropônico, obtiveram resultados semelhantes, em que o tratamento 25:75 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ) proporcionou maior produção da massa da matéria seca das folhas. Tal resposta pode ser atribuída ao fato do íon amônio causar toxidez em células vegetais, visto que atua como desacoplador entre o fluxo de elétrons, fosforilação oxidativa e a fotofosforilação (TAIZ et al., 2021).

Ao avaliar a massa da matéria seca do caule, observa-se que o fornecimento apenas de  $\text{NO}_3^-$  resultou em incremento de 103,89 % de fitomassa seca em relação ao tratamento com omissão de nitrato; que, por sua vez, desempenhou o menor rendimento (Tabela 6). A massa de matéria seca do caule é uma variável de importante estudo, visto que um caule mais espesso, reflete em maior produtividade, maior quantidade de folhas, além de evitar possíveis tombamentos.

Resultados similares foram observados no trabalho de Lima et al. (2018), ao avaliarem proporções de amônio e nitrato no crescimento de plantas de *Lippia alba* cultivadas sob ambientes de luz, em que a maior massa seca do caule ocorreu quando houve fornecimento de 100 % de  $\text{NO}_3^-$ , no qual aconteceu incremento de 42,67 % em relação ao tratamento com omissão de nitrato, assim como ocorreu com este trabalho.

Em relação à massa da matéria seca da parte aérea, o tratamento 25:75 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ) teve incremento de 76,86 % em relação à omissão de nitrato que fez a menor produção de fitomassa e foi o único tratamento que diferiu significativamente em relação aos demais (Tabela 6). Ao modificarem teores de nitrato e amônio em solução nutritiva para o crescimento de milho, Oliveira et al. (2019) obtiveram resultados similares, em que a relação 2,5:0,5 de  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$  obteve maior produção significativa de massa seca da parte aérea.

Para a massa da matéria seca das raízes, o suprimento apenas com  $\text{NO}_3^-$  resultou em incremento de 56,81 % de biomassa seca em comparação ao tratamento com omissão desse íon, o qual foi inferior aos outros tratamentos. Ainda segundo Silva et al. (2018), foram verificados resultados similares ao presente trabalho, com o tratamento de maior produção de massa seca da raiz, 0:100 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ), com incremento de 120,89 % em comparação ao tratamento 25:75 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ) que fez o menor rendimento nessa variável.

Em relação à massa da matéria seca total das plantas de tabaco, plantas crescidas apenas com nitrato proporcionaram incremento de 69,13 % na produção de biomassa em relação ao tratamento com omissão deste íon, perfazendo o menor resultado. Ainda segundo Lima et al. (2018), em seu trabalho, observaram que a maior massa seca total ocorreu quando houve fornecimento de 100 % de  $\text{NO}_3^-$ , no qual aconteceu incremento de 44,53 % em relação ao tratamento com omissão de nitrato, assim como ocorreu com o presente trabalho.

## Conclusões

O tratamento 100:0 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ), que forneceu nitrogênio apenas na forma amoniacal, proporcionou incrementos satisfatórios em todos os índices de clorofila, porém, foi o tratamento de

menor desempenho em altura, número de folhas, diâmetro do caule e produção de fitomassa seca.

Soluções com concentrações de amônio a partir de 50 % não são recomendadas para essa cultura, visto que ocorre redução de produtividade.

O tratamento 25:75 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ) proporciona os melhores benefícios para a cultura do tabaco, permitindo maior crescimento em altura, quantidade de folhas, diâmetro do caule e massa seca das folhas, cuja variável é a de maior valor comercial para os produtores.

Tratamentos com maiores concentrações de nitrato 25:75 e 0:100 ( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ) são os mais recomendados para o cultivo do tabaco, pois favorecem melhores resultados de desenvolvimento e produtividade nas partes de maior valor comercial, conforme observado para número de folhas e fitomassa seca.

## Referências

- AFUBRA - Associação dos Fumicultores do Brasil. Fumicultura no Brasil. Fumicultura regional, 2022. Disponível em: <https://afubra.com.br/fumicultura-brasil.html> Acesso em: 19 out. 2024.
- ALMEIDA, V. G. S.; SOUZA, G. S.; PEREIRA, E. G.; MACHADO, A. L.; BRITO, G. S.; SILVA, S. B.; JESUS, R. R. Crescimento e desenvolvimento de plantas de Cunhã cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 3, p. e71552-e71552, 2024.
- BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 909 p.
- BRITO, G. S.; SOUZA, G. S.; NETO, A. T. J.; SOUZA, C. M.; SANTOS, A. R. Initial development of maize plants grown with different combinations of nitrate and ammonium. **Revista Agrogeoambiental**, v. 15, e20231755, 2023.
- CAIRO, P. A. R.; GUIMARÃES, M. M. C.; NEVES, O. S. C. Crescimento de plantas jovens *Eucalyptus urophylla* em meio hidropônico com diferentes proporções de nitrato e amônio. In: OLIVEIRA, R. J. **Silvicultura e manejo florestal: técnicas de utilização e conservação da natureza**. Guarujá: Científica Digital, 2021. p. 115-129.
- CAMPOS, L. D. A.; SILVA, J.; ROCHA, D.; MESQUITA, A.; YURI, J. Adubação nitrogenada e irrigação com déficit hídrico controlado (RDI) na qualidade de frutos do meloeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 20.; SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 5., 2017, Juazeiro, BA. **A agrometeorologia na solução de problemas multiescala: anais**. Petrolina: Embrapa Semiárido; Juazeiro: UNIVASF; Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2017.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural Experimental Station**, v. 347, n. 1, p. 1-32, 1950.
- JESUS, I. S. A cultura do fumo no recôncavo da Bahia: tradição e mudança. IN: SEMOC - SEMANA DE MOBILIZAÇÃO CIENTÍFICA - MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. 2007, UCSAL - Universidade Católica do Salvador. Superintendência de estudos econômicos e sociais da Bahia. Anuário Estatístico da Bahia. **Artigo**. Salvador, BA. 2007.
- KURTZ, C.; PAULETTI, V.; MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; MORA, C. Diagnóstico de nitrogênio

pelo índice de clorofila e nitrato na seiva para cebola em sistema de semeadura direta. **Revista Thema**, v. 21, n. 1, p. 92-114, 2022.

LIMA, J. D. C.; OLIVEIRA, U. C.; SANTOS, A. R.; SOUZA, A. D. A.; SOUZA, G. S. Proporções de amônio e nitrato no crescimento de plantas de *Lippia alba* (Mill) NE Br. cultivadas sob ambientes de luz. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 655-662, 2018.

LOPES, G. A. Caminhos e descaminhos do tabaco na economia colonial. **Mneme - Revista de Humanidades**, v. 5, n. 12, p. 202-218, 2004.

MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C.; GHANEM, M. E.; ALBACETE, A.; PÉREZ-ALFOCEA, F. Response to nitrate/ammonium nutrition of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants overexpressing a prokaryotic  $\text{NH}_4^+$ -dependent asparagine synthetase. **Journal of Plant Physiology**, v. 170, n. 7, p. 676-687, 2013.

MELO, M. E. P.; GOMES, E. P.; FERNANDES, E. D. C.; BUCHER, C. P. C.; BUCHER, C. A.; FERNANDES, M. S. Análise do desenvolvimento de 16 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas a alta dose de amônio. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. 1-5, 2020.

OLIVEIRA, J. M. C. A cultura do fumo na Bahia: refletindo sobre a convenção quadro. **Revista Bahia Agrícola**, v. 7, n. 2, p. 59-65, 2006.

OLIVEIRA, L. C. S.; DIAS, A. C.; SILVA, T. F. R.; ALVES, G. C.; REIS, V. M. Modificações nos teores de nitrato e amônio em solução nutritiva para crescimento de milho. IN: SEMANA CIENTÍFICA JOHANNA DOBEREINER, 19., 2019, Seropédica. Bioeconomia: Diversidade e Riqueza para o Desenvolvimento Sustentável: **Resumos**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2019.

PASSOS, L. P.; LIMA, L. D. S.; REIS, P. R. C.; SOUZA SOBRINHO, F. D.; SILVA, J. C. J.

Influência dos íons amônio e nitrato sobre indicadores fisiológicos do capim-ruzi cv. BRS Integra. In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE LEITE, 24., 2019, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019. 5 p.

SILVA, A.; NASCIMENTO, M.; TANAN, T.; LEITE, R.; OLIVEIRA, U. Rendimento de massa seca de *Physalis angulata* L. sob proporções de nitrato e amônio em cultivo hidropônico. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 31-38, 2018.

SILVA, L. C. V.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SANTOS, J. S.; JESUS NETO, A. T.; HORA, P. A. D.; LIMA, J. C. *Mentha spicata* L. grown with nitrate: ammonium proportions in different light environments. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 4, p. 1-8, 2021.

SOARES, A. L.; AMARAL, L. P.; FERREIRA, R. A.; KAYSER, L. P.; AMADO, T. J. C. Adubação nitrogenada em tabaco Virgínia monitorado por plataforma multispectral embarcada em aeronave remotamente pilotada. **Nativa**, v. 11, n. 3, p. 309-322, 2023.

STEFEN, D. L. V.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M.; GUTKOSKI, L. C.; SANGOI, L. A. adubação nitrogenada durante o espigamento melhora a qualidade industrial do trigo (*Triticum aestivum* cv. Mirante) cultivado com regulador de crescimento etil-trinexapac. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 114, n. 2, p. 161-169, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fundamentos de fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2021. 888 p.

TANAN, T. T.; SILVA, A. L.; OLIVEIRA, U. C.; GONÇALVES NETO, L. P.; NASCIMENTO, M. N. Efeito de fontes nitrogenadas nas características dos frutos e qualidade fisiológica de sementes

de *Physalis angulata* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e55074, 2019.

VIOTTI, A. C. D. C. As virtudes medicinais do tabaco, a 'erva santa', descritas por um missionário europeu no Oriente (c. século XVI).

**Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 15, e20190147, 2020.