

IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALOBRAS E COMBINAÇÕES DE ADUBAÇÃO COM NPK NO CULTIVO DE MINIMELANCIEIRA

Flávia de Sousa Almeida¹, Geovani Soares de Lima², Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Saulo Soares da Silva⁴, Vitor Manoel Bezerra da Silva⁵, Victor Ferreira Queiroz⁶

RESUMO: As altas concentrações de sais nas águas utilizadas na irrigação é um dos fatores limitantes para a produção agrícola na região semiárida do Nordeste brasileiro. Uma forma de reduzir os efeitos do estresse salino sob as plantas é através da adubação mineral. Nesse contexto, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos das combinações de adubação com NPK nos teores de pigmentos fotossintéticos de minimelancieira cultivada sob irrigação com água salobra. O experimento foi realizado sob condições de campo, no Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Pombal, Paraíba, PB. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 2×8 , sendo os tratamentos constituídos da combinação de dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3 e 3,3 dS m⁻¹) e oito combinações de adubação com nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) - NPK (60-60-60; 100-100-100; 140-100-100; 100-140-100; 100-100-140; 140-140-100; 100-140-140; 140-100-140%), com quatro repetições. O fornecimento de água com salinidade de 3,3 dS m⁻¹ reduziu a produção de clorofila b e total nas plantas de minimelancia cv. Sugar Baby, aos 30 dias após o plantio. Combinações de adubação com NPK diminuiu a formação de clorofila a em minimelancias cultivadas com água de condutividade elétrica 3,3 dS m⁻¹, aos 30 dias após a semeadura. A fertilização combinada com NPK não reduz os impactos da salinidade na produção de pigmentos fotossintéticos em plantas de minimelancia.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus* L., estresse salino, semiárido.

¹ Mestranda, Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, modalidade acadêmico, UFCG, Campus Pombal-PB, CEP 58840-000, Pombal, PB. Fone (83) 99848-4440. e-mail: flaviaalmeida632@gmail.com;

² Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Agronomia, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB;

³ Profª. Doutora, Unidade Acadêmica de Agronomia, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB;

⁴ Pós-doutorando, Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, modalidade acadêmico, UFCG, Pombal, PB;

⁵ Mestrando, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB;

⁶ Graduando, Agronomia, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB.

IRRIGATION WITH BRAZILIAN WATER AND NPK FERTILIZATION COMBINATIONS IN MINI-WATERMELON CULTIVATION

ABSTRACT: The high concentrations of salts in water used for irrigation is one of the limiting factors for agricultural production in the semiarid region of Northeast Brazil. One way to reduce the effects of saline stress on plants is through mineral fertilization. In this context, the objective of this study was to evaluate the effects of NPK fertilization combinations on the photosynthetic pigment levels of mini-watermelon cultivated under brackish water irrigation. The experiment was carried out under field conditions, at the Center for Agrofood Science and Technology - CCTA of the Federal University of Campina Grande - UFCG, in Pombal, Paraíba, PB. A randomized block design was used, arranged in a 2×8 factorial scheme, with treatments consisting of a combination of two levels of electrical conductivity of irrigation water - CEa (0.3 and 3.3 dS m^{-1}) and eight fertilization combinations with nitrogen (N), phosphorus (P_2O_5) and potassium (K_2O) - NPK (60-60-60; 100-100-100; 140-100-100; 100-140-100; 100-100-140; 140-140-100; 100-140-140; 140-100-140%), with four replicates. The supply of water with a salinity of 3.3 dS m^{-1} reduced the production of chlorophyll b and total chlorophyll in mini watermelon plants cv. Sugar Baby, 30 days after planting. Fertilization combinations with NPK decreased the formation of chlorophyll a in mini watermelons grown with water with electrical conductivity of 3.3 dS m^{-1} , 30 days after sowing. Combined NPK fertilization does not reduce the impacts of salinity on photosynthetic pigment production in mini-watermelon plants.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus* L., saline stress, semiarid.

INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma olerícola da família Cucurbitaceae, com origem nas regiões quentes e secas da África (ALVES et al., 2023). O cultivo dessa olerícola possui grande importância socioeconômica para o Nordeste brasileiro, principalmente entre os pequenos agricultores (NERI; FREITAS; GÓES, 2020).

Na região semiárida do Nordeste Brasileiro, além da escassez qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos ocorre um aumento progressivo da área afetada pela salinidade e/ou sodicidade, fenômeno associado às características físico-químicas intrínsecas dos solos, ao balanço hídrico negativo e à elevada taxa de evaporação (MIRANDA et al., 2020).

A exposição das plantas ao estresse salino ocasiona uma série de desordens fisiológicas e bioquímicas, prejudicando a absorção de água devidos aos efeitos osmóticos e os desequilíbrios nutricionais em decorrência da toxicidade do acúmulo excessivo de sais nos tecidos (BALASUBRAMANIAM et al., 2023).

Dentre as estratégias empregadas para redução dos efeitos do estresse salino nas plantas destaca-se a adubação combinada com nitrogênio, fósforo e potássio (FERREIRA et al., 2021). O nitrogênio atua na expansão e divisão celular da área fotossintética, sendo também um componente estrutural de proteínas, ácidos nucleicos e moléculas de clorofila (WANG, et al., 2024). O fósforo é um componente estrutural dos ácidos nucleicos e exerce funções importantes na transferência energética, por meio de sua participação nos fosfatos de adenosina, e na movimentação de carboidratos entre organelas em células foliares (HAWKESFORD et al., 2023). O potássio atua na osmorregulação e sua aplicação em doses adequadas atenuam a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), através redução da atividade da nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH) oxidases e preservação do transporte de elétrons fotossintéticos (HASANUZZAMAN, 2018).

Nesse contexto, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da adubação combinada com NPK nos teores de pigmentos fotossintéticos de melancia cultivada sob salinidade da água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de campo, no Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Pombal, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°48'16" de latitude Sul, 37°49'15" de longitude Oeste e altitude média de 550m.

Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 2×8 , sendo os tratamentos constituídos de dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3 e 3,3 dS m⁻¹) e oito combinações de adubação com nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) - NPK (60-60-60; 100-100-100; 140-100-100; 100-140-100; 100-100-140; 140-140-100; 100-140-140; 140-100-140% conforme recomendação de Novais et al. (1991), com quatro repetições.

Nesta pesquisa foi estudada a cultura da mini melancia cultivar Sugar Baby, utilizando-se vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem com 20 L de capacidade; os

lisímetros foram perfurados na base para permitir a drenagem, com um dreno transparente de 4 mm de diâmetro acoplado em cada.

As adubações com P_2O_5 foram realizadas utilizando como fonte de fósforo o monoamônio fosfato (60% de P_2O_5), sendo um terço da dose recomendada aplicada em fundação e os outros dois terços, em três aplicações iguais, aplicadas via fertigação em intervalos de dez dias, com a primeira aplicação a ser realizada aos 15 após a semeadura (DAS). A adubação com nitrogênio e potássio foi fornecida em cobertura, em intervalo de 15 dias, sendo fornecidos 100 mg de N kg^{-1} de solo e 150 mg de K_2O kg^{-1} de solo, utilizando-se como fonte de N a ureia (45% N) e de potássio o cloreto de potássio (60% K_2O).

O nível de condutividade elétrica de 3,3 $dS\ m^{-1}$ foi preparado dissolvendo-se o cloreto de sódio (NaCl), cálcio ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$), e magnésio ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) na água de irrigação ($CEa = 0,3\ dS\ m^{-1}$), tomando-se como base a água proveniente do sistema de abastecimento local, considerando-se a relação entre CEa e concentração de sais (Richards, 1954).

Foram avaliados, aos 30 dias após a semeadura (DAS), os teores de pigmentos fotossintéticos, através dos índices de clorofila a, b e total pelo método não destrutivo, utilizando clorofilômetro portátil (ClorofilLOG[®], modelo CFL 2060), com os valores dimensionados em índice de clorofila Falker (ICF).

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade, e, posteriormente, submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$), quando significativo foi realizado o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para as combinações de adubação com NPK, utilizando o software estatístico SISVAR-ESAL. A variável clorofila b foi transformada ($\times 0.5$) para se ajustar na análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

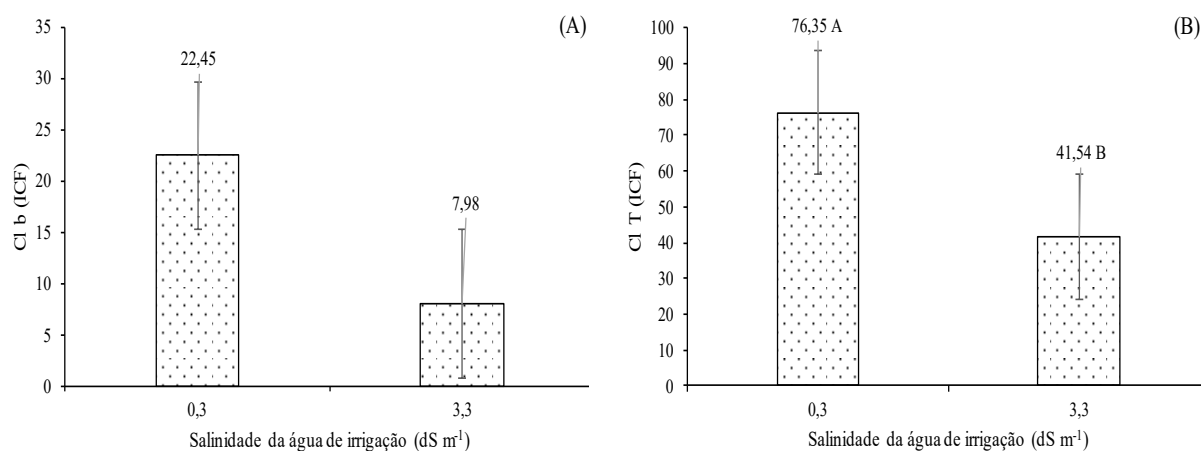
Houve diferença entre os níveis salinos (NS) com efeito significativo ($p < 0,01$) para todas as variáveis de pigmentos fotossintéticos analisadas (Tabela 1). Com relação às combinações de adubação com NPK (CA), não se observou efeito significativo sobre nenhuma variável de pigmentos fotossintéticos analisadas. Já para a interação entre os fatores (NS x DN), se constatou efeito significativo sobre a clorofila a da minimelancieira ‘Sugar Baby’, aos 30 dias após a semeadura.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), e clorofila total (Cl T) de minimelancieira cv. Sugar Baby cultivada sob níveis de salinidade da água de irrigação e combinações de adubação com NPK, aos 30 dias após a semeadura.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Cl a	Cl b ¹	Cl T
Níveis salinos (NS)	1	6612,94**	3352,41*	19382,20**
Combinações de adubação com NPK (CA)	7	27,46 ^{ns}	18,46 ^{ns}	58,75 ^{ns}
Interação (NS x CA)	7	34,00*	47,65 ^{ns}	120,82 ^{ns}
Bloco	3	17,03 ^{ns}	50,43 ^{ns}	122,15 ^{ns}
Resíduo	45	13,91 ^{ns}	22,90	66,94
CV (%)		8,53	12,53	13,88

FV – Fonte de variação; GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; **significativo em nível de 0,01 de probabilidade; * significativo em nível de 0,05% de probabilidade; ns não significativo; 1 dados transformados em (x0,5)

A salinidade da água de irrigação influenciou de forma significativa os teores de clorofila b – Cl b (Figura 1A) e a clorofila total – Cl T (Figura 1B) da minimelancieira, aos 30 DAS, As plantas de minimelancieira cultivadas sob CEa de irrigação de 3,3 dS m⁻¹ obtiveram os teores de Cl b e Cl T inferiores estatisticamente em relação as irrigadas com o menor nível salino da água (0,3 dS m⁻¹), obtendo-se decréscimos de 65 e 45,6%, respectivamente, entre os níveis de CEa de 3,3 e 0,3 dS m⁻¹.

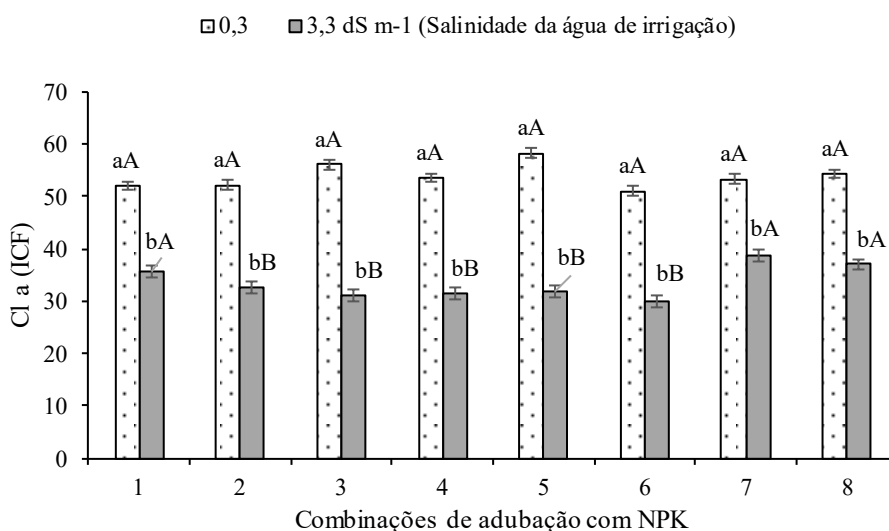


As barras verticais representam o erro padrão (n = 4). Média seguida por letras diferentes difere de forma significativa pelo teste de F (p ≤ 0,05).

Figura 1. Teores de clorofila b – Cl b (A) e clorofila total – Cl T (B) de minimelancieira cv, Sugar Baby, em função da salinidade da água de irrigação, aos 30 dias após a semeadura.

A redução nos teores de Cl b e Cl T pode estar relacionado ao excesso de sais da água de irrigação que pode induzir danos aos cloroplastos e, conseqüentemente, desequilíbrio e perda da atividade das proteínas de pigmentação, Outro fator que pode ter contribuído para esta redução é o aumento da atividade da enzima clorofilase, que degrada as membranas dos cloroplastos, causada por íons tóxicos, que em excesso resultam em estresse oxidativo, causando instabilidade dos pigmentos fotossintéticos (LIMA et al., 2020).

Verifica-se que a irrigação com água de 3,3 dS m⁻¹ reduziu os teores de clorofila a – Cl a (Figura 2A), independentemente da combinação de adubação com NPK, No desdobramento das combinações de NPK em cada nível de salinidade da água de irrigação verifica-se diferenças significativas apenas nas plantas irrigadas com maior nível de CEa (3,3 dS m⁻¹), em que as combinações de adubação com NPK 1 (60-60-60), 7 (100-140-140) e 8 (140-100-140% da recomendação) proporcionaram os maiores valores de Cl a em relação as demais combinações.



As barras verticais representam o erro padrão (n = 4), Letra minúscula idêntica na coluna, e maiúscula idêntica na linha, indica não haver diferença significativa entre os níveis de salinidade da água de irrigação pelo teste F (p≤0,05) e combinações de adubação com NPK (Scott-Knott, p≤0,05), respectivamente, 1 (60-60-60); 2 (100-100-100); 3 (140-100-100); 4 (100-140-100); 5 (100-100-140); 6 (140-140-100); 7 (100-140-140); 8 (140-100-140% da recomendação).

Figura 2. Teores de clorofila a – Cl a (A) e razão de clorofila a/b – Cl a/Cl b (B) de minimelanciera cv, Sugar Baby, em função da interação entre os níveis de salinidade da água de irrigação e as combinações de adubação com NPK, aos 30 dias da semeadura,

Possivelmente a redução nos teores de Cl a ocorreu devido ao alto índice salino das fontes de N (ureia - 75%), P₂O₅ (monoamônio fosfato – 30%) e K₂O (cloreto de potássio – 116%), associado ao incremento da CEa (3,3 dS m⁻¹) pode ter intensificado a concentração de sais na zona radicular do solo, o que pode ter causado danos oxidativos (LIMA et al., 2020).

Dias et al, (2021) em pesquisa com aceroleira sob estresse salino e adubação com potássio-fósforo também verificaram que fornecimento combinado desses nutrientes não mitigou o estresse causado pela alta salinidade sobre os teores de clorofila, possivelmente devido à intensificação do estresse causado pelo tempo de exposição da cultura e pelos índices salinos de KCl e MAP. Já Silva et al, (2020), trabalhando com manejo de água salina e doses de N no cultivo de minimelancieira, verificaram que a maior dose de N nas fases

vegetativa/floração promoveu redução na síntese de pigmentos fotossintéticos, fato que corrobora os resultados deste estudo.

CONCLUSÕES

O fornecimento de água com salinidade de 3,3 dS m⁻¹ reduziu a produção de clorofila b e total nas plantas de minimelancia cv. Sugar Baby, aos 30 dias após o plantio.

Combinações de adubação com NPK diminuiu a formação de clorofila a em minimelancias cultivadas com água de condutividade elétrica 3,3 dS m⁻¹, aos 30 dias após a semeadura."

A fertilização combinada com NPK não reduz os impactos da salinidade na produção de pigmentos fotossintéticos em plantas de minimelancia.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e Processo INCT-35960-62747,65,95/51 (Funcap)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. DA S.; OLIVEIRA, F. DE A. DE; OLIVEIRA, M. K. T. DE; PINTO, F. F. B.; COSTA, M. J. V.; OLIVEIRA, C. E. A. DE. Crescimento de mini melancia em ambiente protegido utilizando soluções salinizadas enriquecidas com potássio e cálcio. **Irriga**, v.28, p. 210-226, 2023.

BALASUBRAMANIAM, T.; SHEN, G.; ESMAEILI, N.; ZHANG, H. Plants' response mechanisms to salinity stress. **Plants**, v.12, p.1-22, 2023.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; FURTADO, G. DE F.; SOARES, L. A. DOS A.; NOBRE, R. G.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D. West Indian cherry under salt

stress and potassium phosphorus fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v.42, p.87-104, 2021.

FERREIRA, F. N.; LIMA, G. S. DE; GHEY, H. R.; SÁ, F. V. DA S.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. DOS A. Production and post-harvest quality of custard apple irrigated with saline water and fertilized with N-P-K. **Comunicata Scientiae**, v.13, p.1-9, 2022.

FERREIRA, F. N.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; SÁ, F. V. DA S.; DIAS, A. S.; PINHEIRO, F. W. A. Photosynthetic efficiency and production of *Annona squamosa* L. under salt stress and fertilization with NPK. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v.25, p.446-452, 2021.

HASANUZZAMAN, M.; BHUYAN, M. H. M. B.; NAHAR, K. HOSSAIN, M. S.; MAHMUD, J. A.; HOSSEN, M. S.; MASUD, A. A. C.; MOUMITA; FUJITA, M. Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. **Agronomy**, v.8, p.1-29, 2018.

HAWKESFORD, M. J.; CAKMAK, I.; COSKUN, D.; KOK, L. DE; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J. K.; WHITE, P. J. **Functions of macronutrients**. In: RENGEL, Z.; CAKMAK, I.; WHITE, P. J. (eds.). *Marschner's Mineral Nutrition of Plants*. 4 ed. 2023.

LIMA, G. S. DE; FÉLIX, C. M.; SILVA, S. S. DA; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; SOARES, M. D. M.; SOUSA, P. F. DO N.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, growth, and production of mini-watermelon under saline water irrigation and phosphate fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v.41, p.3039-3052, 2020.

LIMA, G. S. DE; FERNANDES, C. G. J.; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.33, p.184-194, 2020.

MIRANDA, J. S.; NASCIMENTO, A. R.; DIDOLANVI, O. D.; MENEZES, A. C. P.; SANTOS, E. N. Qualidade fisiológica de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) submetidas ao estresse salino. **Revista Ouricuri**, v.10, p. 21-034, 2020.

NERI, D. K. P.; FREITAS, M. V. P.; GÓES, G. B. Extratos vegetais no controle da mosca-branca em melancia. **Holos**, v.4, p.1-14, 2020.

NOVAIS, R. D.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. D. **Ensaio em ambiente controlado**. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. (Eds.). *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília, DF: EMBRAPA, 1991. v.1, cap.2, p.89-253, 1991.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U. S. Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA, Agriculture Handbook, 60).

ROLIM, C. C.; ANDRADE, J. S. Dieta saudável na Amazônia com nutrientes e substâncias bioativas partir dos frutos tropicais. **Research, Society and Development**, v.11, p.1-13, 2022.

SILVA, S. S. DA; LIMA, G. S. DE; LIMA, V. L. A. DE; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; FERNANDES, P. D. Application strategies of saline water and nitrogen doses in mini watermelon cultivation. **Comunicata Scientiae**, v.11, e3233, p.1-8, 2020.

SOUZA, L. DE P.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; FÁTIMA, R. T. DE; SILVA, A. A. R. DA; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. DOS A.; LACERDA, C. N. DE. Morphophysiology and production of West Indian cherry under salt stress and nitrogen-phosphorus-potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.27, p.539-549, 2023.

WANG, Q.; LI, S.; LI, J.; HUANG, D. The utilization and roles of nitrogen in plants. **Forests**, v.15, p.1-20, 2024.