



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE

THE RELATIONSHIP BETWEEN NITROGEN AND PLANT DEVELOPMENT AND THE WAYS IN WHICH IT IS AVAILABLE

LA RELACIÓN ENTRE EL NITRÓGENO Y EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS Y LAS FORMAS EN QUE ESTÁ DISPONIBLE

Matheus Hashimoto da Silva¹, Marcos Augusto Alves da Silva², Erich dos Reis Duarte³, Rafael Aparecido Torue Bonetti¹, Alexandre Paludetto¹, Camila Ferreira Miyashiro¹

e514762

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i1.4762>

PUBLICADO: 01/2024

RESUMO

Por ser um macronutriente essencial no desenvolvimento vegetal, o nitrogênio participa de diversos processos metabólicos e está diretamente ligado à fotossíntese, processo que consiste na nutrição orgânica das plantas. Apesar da atmosfera ser rica em nitrogênio, a maior parte encontra-se na forma gasosa (N₂), impossibilitando a utilização direta em algumas plantas, sendo possível apenas em vegetais da família das leguminosas, uma vez que são capazes de realizar o processo chamado de fixação biológica do nitrogênio (FBN). O nitrogênio é o elemento mais utilizado na agricultura, e está sujeito a enormes perdas durante as aplicações, pois tem um alto poder de volatilização e uma alta mobilidade no solo, acarretando perdas por lixiviação e escurrimentos superficiais. Entender sobre seu papel nos vegetais e suas formas de disponibilização pode contribuir para um melhor manejo e aproveitamento desse importantíssimo elemento para produção agrícola. A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho foram fontes bibliográficas, com a finalidade de obter uma visão crítica do ponto de vista científico em relação à importância do nitrogênio no desenvolvimento das plantas, assim, contribuir com estudos para o melhor manejo desse macronutriente.

PALAVRAS-CHAVE: Nutriente. Produtividade. Fertilizante. Eficiência.

ABSTRACT

As an essential macronutrient in plant development, nitrogen participates in various metabolic processes and is directly linked to photosynthesis, a process that consists of the organic nutrition of plants. Although the atmosphere is rich in nitrogen, most of it is found in gaseous form (N₂), making it impossible for some plants to use it directly. This is only possible in plants of the legume family, since they are capable of carrying out the process called biological nitrogen fixation (BNF). Nitrogen is the most widely used element in agriculture and is subject to huge losses during application, as it is highly volatile and highly mobile in the soil, leading to losses through leaching and surface run-off. Understanding its role in plants and the ways in which it is made available can contribute to better management and use of this extremely important element for agricultural production. The methodology used for the development of this work was bibliographic sources, with the aim of obtaining a critical view from a scientific point of view in relation to the importance of nitrogen in plant development, thus contributing to studies for better management of this macronutrient.

KEYWORDS: Nutrient. Productivity. Fertilizer. Efficiency.

RESUMEN

Como macronutriente esencial en el desarrollo vegetal, el nitrógeno participa en diversos procesos metabólicos y está directamente relacionado con la fotosíntesis, proceso que consiste en la nutrición orgánica de las plantas. Aunque la atmósfera es rica en nitrógeno, la mayor parte de éste se encuentra en forma gaseosa (N₂), lo que imposibilita que algunas plantas puedan utilizarlo

¹ Universidade Anhanguera.

² Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP.

³ Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE
Matheus Hashimoto da Silva, Marcos Augusto Alves da Silva, Erich dos Reis Duarte, Rafael Aparecido Torue Bonetti,
Alexandre Paludetto, Camila Ferreira Miyashiro

directamente, lo que sólo es posible en las plantas de la familia de las leguminosas, ya que son capaces de llevar a cabo el proceso denominado fijación biológica del nitrógeno (FBN). El nitrógeno es el elemento más utilizado en la agricultura y está sujeto a enormes pérdidas durante su aplicación, ya que es muy volátil y muy móvil en el suelo, lo que provoca pérdidas por lixiviación y escorrentía superficial. Comprender su papel en las plantas y las formas en que se hace disponible puede contribuir a una mejor gestión y utilización de este elemento extremadamente importante para la producción agrícola. La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo fueron las fuentes bibliográficas, con el objetivo de obtener una visión crítica desde el punto de vista científico en relación a la importancia del nitrógeno en el desarrollo de las plantas, contribuyendo así a los estudios para una mejor gestión de este macronutriente.

PALABRAS CLAVE: Nutriente. Productividad. Fertilizante. Eficiencia.

1. INTRODUÇÃO

Entre os diversos nutrientes fundamentais para o desenvolvimento das plantas podemos ressaltar o nitrogênio, um macronutriente primário, essencial para o metabolismo e desenvolvimento vegetal, sendo responsável pela expansão e divisão celular da área fotossintética do vegetal, além de ser um componente fundamental das proteínas, ácidos nucleicos e clorofila, caso haja carência os sintomas são visíveis, e se iniciam no terço inferior da planta, com o amarelecimento e clorose das folhas mais velhas.

O nitrogênio na forma gasosa (N_2) compõe 78% da atmosfera, e apenas plantas que compõem a família das leguminosas (soja, feijão, grão-de-bico, amendoim, ervilha etc.), são capazes de fixá-lo através de um processo chamado de fixação biológica de nitrogênio (FBN) que se torna possível graças a associação desses vegetais com bactérias do gênero *Rhizobium*, possibilitando altas produtividades mesmo com a redução das doses aplicadas, gerando economia e diminuindo a emissão de óxido nitroso (N_2O), que é um gás extremamente poluente liberado pelos fertilizantes nitrogenados.

Assim, o objetivo foi descrever sobre a importância do nitrogênio e entender sobre os processos que fazem parte de seu ciclo, suas formas de disponibilidade no meio natural e industrial e identificação dos sintomas acarretados pela carência desse importante nutriente. Portanto, o estudo apresentado pretende trazer sugestões e contribuições, na intenção de maximizar o manejo nutricional das principais culturas agrícolas que necessitam da adubação nitrogenada, a fim de reduzir consequências que podem comprometer no rendimento final da lavoura.

2. MÉTODO

O método utilizado foi uma pesquisa bibliográfica, no qual foi realizada a consulta em livros, dissertações, artigos e notas científicas encontrados em plataformas digitais, que continham as informações necessárias sobre o nitrogênio, suas funções nas plantas e suas formas de disponibilidade no meio natural e industrial, selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: Scielo, sites de insumos agrícolas, e google acadêmico.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE
Matheus Hashimoto da Silva, Marcos Augusto Alves da Silva, Erich dos Reis Duarte, Rafael Aparecido Torue Bonetti,
Alexandre Paludetto, Camila Ferreira Miyashiro

2.1 Resultados e discussões

Os nutrientes presentes nos fertilizantes químicos podem ser divididos entre macronutrientes (exigidos em maiores quantidades pelas plantas) e micronutrientes (exigido em menores quantidades). Sendo considerados como macronutrientes: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S); e micronutrientes: o boro (B), cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), zinco (Z), sódio (S), silício (Si) e cobalto (Co). Caso o solo, não possua a quantidade suficiente dos nutrientes mencionados, poderá acarretar problemas no crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo que, uma das deficiências mais comuns são as de nitrogênio, fósforo e potássio, surgindo a fórmula básica dos fertilizantes, NPK, indicando o percentual de nitrogênio na sua forma elementar (N), o teor percentual de fósforo na forma de pentóxido de fósforo (P_2O_5), e o percentual de potássio na forma de óxido de potássio (K_2O). O nitrogênio, é primordial no aumento da produtividade agrícola, sendo um importante componente das proteínas e clorofila (Dias; Fernandes, 2006).

O nitrogênio atmosférico (N_2) possui dois átomos de nitrogênio que estão ligados por três ligações covalentes, que para serem quebradas precisam de temperaturas acima de $450^\circ C$, e pressão a 200 atmosferas, em um processo conhecido como síntese Haber-Bosch, que demanda uma grande quantidade de combustíveis fósseis para conseguir atingir a temperatura e pressão necessária, explicando o porquê destes fertilizantes estarem atrelados ao preço do barril de petróleo (Souza, 2018).

A matéria prima básica de todos os nitrogenados sintéticos é a amônia anidra (NH_3), obtido pela reação do gás de síntese, uma mistura na relação 1:3 de nitrogênio proveniente do ar com o hidrogênio de fontes diversas – do gás natural, da nafta, do *fuel oil* ou de outros derivados do petróleo. O gás natural é mais utilizado e também a melhor fonte de hidrogênio para a produção de fertilizantes nitrogenados (BNDES, 2006). Partindo da amônia (NH_3), os fertilizantes nitrogenados produzidos em sequência conterão o nitrogênio em uma das suas formas básicas: amida (NH_2), íon amônio (NH_4^+) e íon nitrato (NO_3^-). Entre os principais fertilizantes para a adubação nitrogenada, a ureia [$CO(NH_2)_2$], é o fertilizante sólido mais consumido no mundo, possuindo de 44% a 46% de nitrogênio, na forma amida (NH_2) (Souza, 2018).

De modo geral, o nitrogênio é o nutriente mineral mais exigido pelas plantas, apresentando teores que variam de 2 a 5% da matéria seca da planta. No caso das leguminosas que possibilitam sua associação com bactérias diazotróficas que são capazes de realizar o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), a maior absorção se dá pela conversão de N_2 em Amônio (NH_4) e Nitrato (NO_3^-), sendo esta última a principal forma de absorção pelas culturas, por conta do processo de nitrificação que ocorre no solo (Faquin, 2005).

No processo de fixação do nitrogênio atmosférico, podemos destacar as bactérias do gênero *Rhizobium*, consideradas as mais importantes nessa etapa. Elas vivem associadas as raízes de plantas leguminosas, como por exemplo no feijão e na soja, formando nódulos na região cortical das



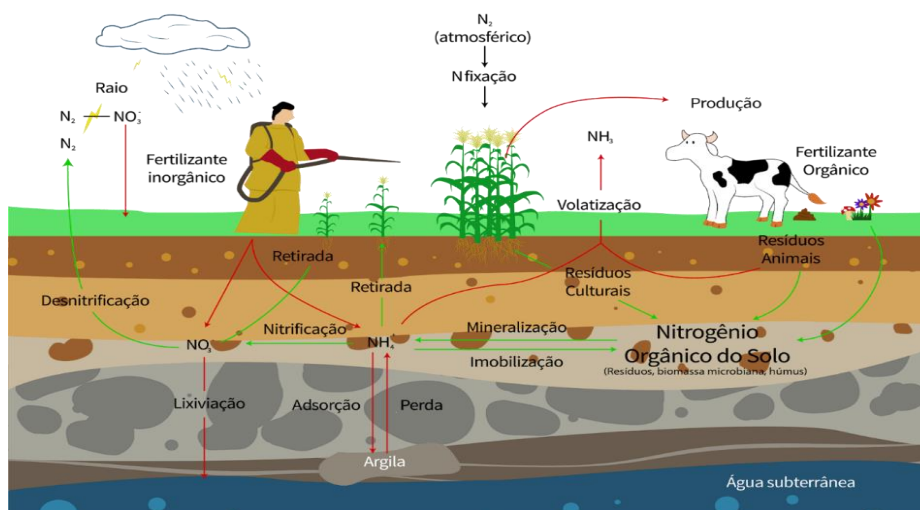
RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE
Matheus Hashimoto da Silva, Marcos Augusto Alves da Silva, Erich dos Reis Duarte, Rafael Aparecido Torue Bonetti,
Alexandre Paludetto, Camila Ferreira Miyashiro

raízes, onde agem fixando nitrogênio atmosférico e transformando em amônia. Importante destacar também a fixação física do nitrogênio, onde o gás nitrogênio é transformado em amônia em decorrência de fenômenos físicos, como relâmpagos e faíscas elétricas, entretanto a quantidade produzida é considerada muito pequena (Santos, 2019).

O ciclo do nitrogênio, garante a circulação do nitrogênio no ambiente físico e nos seres vivos, sendo essencial para formar proteínas, ácidos nucleicos e outros componentes das células. Podemos destacar alguns processos envolvidos no ciclo (Figura 1), como a fixação do nitrogênio por bactérias, decomposição da matéria orgânica e formação do íon amônio, processo de nitrificação, e a desnitrificação, processo em que as bactérias responsáveis garantem a transformação de nitratos em gás nitrogênio.

Figura 1: Ciclo biogeoquímico



Fonte: Elevagro (2022)

O processo de amonização ou amonificação, ocorre quando os decompositores começam a atuar na matéria orgânica nitrogenada, liberando a amônia (NH_3) no ambiente, que combinada com a água do solo, forma o hidróxido de amônio, que se ioniza e produz o íon amônio (NH_4^+) e a hidroxila (OH^-). O nitrogênio presente no solo, muitas vezes é proveniente de restos orgânicos e animais mortos (Santos, 2019).

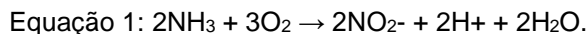
A nitrificação ocorre em duas etapas, a oxidação da amônia em nitrito e, na sequência em nitrato. As bactérias que realizam a nitrificação são chamadas de bactérias nitrificantes, que utilizam a energia liberada na nitrificação para sintetizar suas substâncias orgânicas, ou seja, bactérias que fazem a quimiossíntese (Santos, 2019).



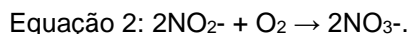
RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE
Matheus Hashimoto da Silva, Marcos Augusto Alves da Silva, Erich dos Reis Duarte, Rafael Aparecido Torue Bonetti,
Alexandre Paludetto, Camila Ferreira Miyashiro

As bactérias do gênero *Nitrosomonas* e *Nitrosococcus* convertem a amônia (NH₃) em nitrito (NO₂⁻). Processo chamado nitrosação (Equação 1).



E as Nitrobacter convertem nitrito (NO₂⁻) em nitrato (NO₃⁻). Processo chamado de nitração (Equação 2):



O nitrato liberado pode ser absorvido, utilizado pelas plantas e convertido em compostos orgânicos. Já o processo de desnitrificação assegura a devolução do nitrogênio para a atmosfera, as bactérias desnitrificantes utilizam os nitratos e os transformam em gás nitrogênio através do processo de desnitrificação (Santos, 2019).

O nitrogênio presente no solo, pode ser encontrado em formas orgânicas ou inorgânicas, algumas solúveis e outras insolúveis, algumas podem estar disponíveis para a absorção das plantas, outras não. Em relação as formas inorgânicas minerais podemos citar íon amônio (NH₄⁺), dióxido de nitrogênio (NO₂⁻) e nitrato (NO₃⁻), que embora sejam bem menores do que a fração orgânica, são de grande importância na nutrição das plantas e em vários processos referentes ao ciclo do nitrogênio (Vieira, 2017).

As etapas iniciais do metabolismo do nitrogênio, acontece diretamente nas raízes, sendo encontrado na forma de moléculas orgânicas, principalmente aminoácidos. A assimilação do nitrogênio ocorre em grande parte nas células jovens e no crescimento das raízes. (Carvalho *et al.*, 2022).

As plantas absorvem os nutrientes presentes na solução do solo ou do meio de crescimento. Os mecanismos ativos, com gasto de energia, ou passivos de absorção e o contato das raízes com os íons da solução do solo, ocorrem por fluxo de massa, difusão e interceptação radicular, ou seja, para os nutrientes serem absorvidos pelas raízes, precisam estar disponíveis em solução junto ou próximo às raízes (Monteiro, 2004).

O N é móvel na planta, o amarelecimento nas folhas mais velhas, podem caracterizar sintomas da deficiência de nitrogênio, dependendo da intensidade e da evolução, toda a planta pode ser atingida, podendo acarretar comprometimento no potencial produtivo das plantas (Soler *et al.*, 2020). A clorose presente nas folhas mais velhas, são sintomas visuais de deficiência, demonstrando que o fornecimento de nutrientes foi insuficiente, não sendo mais possível reverter o dano que a planta sofreu. Além da clorose, há outros sintomas que as plantas apresentam como o crescimento atrofiado, folhas pequenas, ramificação reduzida e floração precoce, podendo também muitas vezes ocorrer o acúmulo de antocianina (coloração púrpura) em folhas e caules (Boschiero, 2022).

A deficiência de nitrogênio nas plantas afeta a absorção de nitrato, que desempenha um papel central no desencadeamento de respostas à deficiência de N pela planta devido à sua função sinalizadora. Em condições de deficiência leve de nitrogênio, há um alongamento das raízes laterais



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE
Matheus Hashimoto da Silva, Marcos Augusto Alves da Silva, Erich dos Reis Duarte, Rafael Aparecido Torue Bonetti,
Alexandre Paludetto, Camila Ferreira Miyashiro

e primária, estimulada pela presença de auxina nas pontas radiculares, em caso severo ou prolongada de nitrogênio, o transportador de nitrato, remove a auxina da raiz principal, inibindo seu crescimento, bem como o comprimento total das raízes (Boschiero, 2022).

O baixo nitrogênio induz o florescimento, ou seja, sua deficiência afeta a transição do estágio vegetativo para o reprodutivo. Além de causar a quebra da clorofila via proteólise levando a liberação de aminoácidos, amidos e NH_4^+ , sendo todos esses compostos liberados altamente móveis no floema. As folhas mais velhas, fornecem nitrogênio para os tecidos mais jovens, e em desenvolvimento como folhas, flores e sementes (drenos), atuando como tecidos “fonte”, os primeiros sintomas visuais da deficiência do nitrogênio são visíveis primeiro nas folhas mais antigas (Boschiero, 2022).

A ramificação reduzida, crescimento atrofiado e inibição da expansão da folha, constituem respostas fisiológicas centrais à deficiência do nitrogênio, que estão ligadas a citocinina produzida nas raízes em resposta ao NO_3^- . A citocinina derivada da raiz regula de uma forma positiva o tamanho e a atividade do meristema apical da parte aérea e quebra a dormência do broto auxiliar, levando a mais brotos e folhas, ela também atrasa a senescência e ativa a fotossíntese, resultando em melhor assimilação de carboidratos (Boschiero, 2022).

Vale ressaltar que em algumas espécies, a deficiência do nitrogênio, induz a síntese de antocianina nos caules e folhas, ocasionando como sintoma visual, uma coloração avermelhada, ou também pode ser influenciado por outros fatores abióticos, como alta intensidade de luz, baixas temperaturas e deficiência do fósforo (Boschiero, 2022).

Algumas culturas são beneficiadas pelo processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), como exemplo a soja, que apesar de necessitar de adubação a sua demanda é menor. Já em cereais como arroz, trigo e milho, precisam de consumo de fertilizantes por não fazerem a FBN de forma eficiente, sendo responsáveis por consumirem mais da metade dos fertilizantes nitrogenados aplicados globalmente (Mosaic, 2022).

As plantas necessitam de nutrientes para se desenvolverem, caso esses nutrientes presentes no solo não sejam suficientes, se faz necessário a aplicação de fertilizantes químicos capazes de suprir tal deficiência. Algumas plantas que não conseguem realizar a FBN de forma eficiente, são as que mais necessitam da aplicação de fertilizantes nitrogenados. Sabemos que o nitrogênio é encontrado em abundância na atmosfera, mas para que possa ser assimilado pelas plantas necessita passar por alguns processos. Uma vez fixado em amônio ou nitrato, o nitrogênio inicia um ciclo biogeoquímico e passa por várias formas orgânicas e inorgânicas antes de retornar para atmosfera em forma molecular (N_2).

Nenhuma deficiência nutricional é tão dramática e visível quanto a deficiência de nitrogênio. Amarelecimento e clorose das folhas, menor crescimento da planta, frutos e grãos com tamanho e teores de proteína reduzidos; esses são os sintomas da deficiência que se iniciam nas partes mais maduras da planta, pois o nitrogênio se move de regiões mais velhas para partes mais jovens do



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE
Matheus Hashimoto da Silva, Marcos Augusto Alves da Silva, Erich dos Reis Duarte, Rafael Aparecido Torue Bonetti,
Alexandre Paludetto, Camila Ferreira Miyashiro

vegetal, conforme Figura 2, onde notamos o amarelecimento das folhas mais velhas na cultura do milho e a coloração púrpura no caule, uns dos sintomas visíveis da carência do nitrogênio.

Figura 2: Deficiência de N na cultura de milho



Fonte: Yara Brasil

A deficiência de nitrogênio está muito ligada aos tipos de solo, e é mais agravada em solos arenosos com alta infiltração de água e alto poder de lixiviação de nutrientes, está ligado também aos teores de matéria orgânica do solo, já que a matéria orgânica é fonte natural de nitrogênio que é liberado em seu processo de decomposição. A sanidade do sistema radicular da cultura também é de suma importância, raízes saudáveis livres de patógenos e pragas possuem um maior poder de absorção de nutrientes.

O nitrogênio não é determinado em análise de solo, as recomendações em adubação nitrogenada levam em consideração a textura e o teor de matéria orgânica. O que determina a classe de resposta ao nitrogênio, é a expectativa de produtividade da cultura e o aporte de nitrogênio realizado pela cultura anterior (Souza, 2018). No caso da maioria das leguminosas, o nitrogênio vem da matéria orgânica do solo, da reciclagem dos resíduos de culturas anteriores e dos fertilizantes nitrogenados de origem mineral ou orgânica (Kluthcouski *et al.* 2006).

Segundo Kluthcouski *et al.* (2006), tem sido habitual a recomendação do parcelamento da adubação nitrogenada, com a finalidade de aumentar sua eficiência, e prevenir perdas por volatilização, e principalmente por lixiviação. Na prática, são os inúmeros equívocos cometidos na aplicação deste adubo, particularmente no que diz respeito a doses, épocas e método de aplicação, especialmente em solos mais ricos em matéria orgânica, como no caso do Sistema Plantio Direto (SPD) e pastagens. Deste modo, em alguns casos, a antecipação da adubação nitrogenada, como nas culturas graníferas anuais, as recomendações anteriores ou à semeadura da cultura, pode ser mais eficiente no aumento da produtividade. Entretanto, o nitrogênio continua sendo vulnerável a possibilidade de perdas na complexidade do solo, como por exemplo em solos de baixa fertilidade, excessivamente arenosos e pobres em matéria orgânica, ou em solos mal drenados, a prática da aplicação antecipada pode produzir plenos efeitos na eficácia do nutriente.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE
Matheus Hashimoto da Silva, Marcos Augusto Alves da Silva, Erich dos Reis Duarte, Rafael Aparecido Torue Bonetti,
Alexandre Paludetto, Camila Ferreira Miyashiro

3. CONCLUSÃO

Através do presente estudo, foi possível atingir os objetivos propostos, permitindo descrever a relação do nitrogênio com o desenvolvimento das plantas, apontando as possíveis consequências da carência desse macronutriente, que apesar de ser abundante na atmosfera, nem todas as plantas são capazes de fixá-lo de modo eficiente, necessitando realizar a aplicação de fertilizantes. Um dos sintomas visuais que caracterizam a deficiência do nitrogênio nas plantas, é a clorose e amarelecimento presente nas folhas mais velhas, demonstrando que o fornecimento do nutriente não foi suficiente, além de outros sintomas, como o crescimento atrofiado, folhas pequenas, ramificação reduzida e floração precoce, podendo também ocorrer acúmulo de antocianina em folhas e caules. Importante ressaltar também, que a deficiência do nitrogênio está relacionada aos tipos de solos, sendo mais agravada em casos de solos arenosos com alta infiltração de água e alto poder de lixiviação de nutrientes, estando ligado também aos teores da matéria orgânica do solo, já que é fonte natural de nitrogênio liberado em seu processo de decomposição.

O estudo realizado em relação ao nitrogênio e o desenvolvimento das plantas, composto de diversas informações, que de certo modo, contribuíram para o aprendizado acadêmico e pessoal, destacando a importância da aplicação desse nutriente, de forma parcelada e antecipada, principalmente em solos pobres em matéria orgânica, arenosos ou mal drenados, produzindo efeitos eficazes, suprimindo a carência das plantas em relação a esse macronutriente, que se aplicado de forma incorreta ou insuficiente pode acarretar danos irreversíveis para a produção final.

REFERÊNCIAS

BOSCHIERO, B. N. Deficiência de nitrogênio nas plantas: 6 processos fisiológicos que desencadeiam os principais sintomas. **Agroadvance**, 21 jul. 2022. Disponível em <https://agroadvance.com.br/blog-deficiencia-de-nitrogenio-nas-plantas/>. Acesso em: 05 set. 2023.

CARVALHO, I. R. Importância do nitrogênio para as plantas. **Elevagro**, 24 abr. 2022. Disponível em <https://elevagro.com/conteudos/materiais-tecnicos/importancia-do-nitrogenio-para-as-plantas>. Acesso em: 23 jul. 2023.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, n.24, p. 97-138, set. 2006. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2657/1/BS%2024%20Fertilizantes Uma%20Vis%20%a3o%20Global%20Sint%20%a9tica P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2657/1/BS%2024%20Fertilizantes%20Uma%20Vis%20%a3o%20Global%20Sint%20%a9tica%20P.pdf). Acesso em: 23 jul. 2023.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Londrina: Editora planta, 2006.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral das Plantas**. 2005. Monografia (Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" a Distância: Solos e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. Disponível em: https://dcs.ufla.br/images/imagens_dcs/pdf/Prof_Faquin/Nutricao%20mineral%20de%20plantas.pdf. Acesso em: 24 de jul. de 2023.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE
Matheus Hashimoto da Silva, Marcos Augusto Alves da Silva, Erich dos Reis Duarte, Rafael Aparecido Torue Bonetti,
Alexandre Paludetto, Camila Ferreira Miyashiro

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A.; COBUCCI, T. **Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Santo Antonio de Goiás: IPNI, 2006. Disponível em:

[http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/CD3E0704CFE6416A83257AA100637C3E/\\$FILE/Encarte113.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/CD3E0704CFE6416A83257AA100637C3E/$FILE/Encarte113.pdf). Acesso em: 26 jul. 2023.

MONTEIRO, F. A. Concentração e distribuição de nutrientes em gramíneas e leguminosas forrageiras. *In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem*, 2. 2004, Viçosa, MG. **Anais** [...] Viçosa, MG: UFV, 2004. p.71-107. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001416835>. Acesso em: 24 jul. 2023.

MOSAIC redação. Nitrogênio para as plantas: para que serve e quais as vantagens na adubação mineral?. **Nutrição de Safras**, 25 maio 2022. Disponível em: <https://nutricaoodesafra.com.br/nitrogenio-para-as-plantas>. Acesso em: 07 set. 2023.

SANTOS, V. S.; "Ciclo do Nitrogênio". **Brasil Escola**, s. d. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/ciclo-nitrogenio.html>. Acesso em: 05 ago. 2023.

SOLER, M. A.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B.; CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, C. M.; NASCENTE, A. S.; SANTOS, B. M. **Adubação do arroz irrigado com N, P e K em várzeas do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Infoteca, 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1121918/1/CNPAF-2020-cot248.pdf>. Acesso em: 7 set. 2023.

SOUZA, L. **O guia completo da adubação nitrogenada para altas produtividades**. [S. l.]: Instituto agro, 2018. Disponível em: <https://institutoagro.com.br/adubacao-nitrogenada>. Acesso em: 18 jun. 2023.

VIEIRA, R. F.; **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175460/1/2017LV04.pdf>. Acesso em: 4 set. 2023.

YARA BRASIL. **Deficiência do nitrogênio no milho**. [S. l.]: Yara Brasil, s. d. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/milho/deficiencias-milho/deficiencia-de-nitrogenio-milho>. Acesso em: 05 set. 2023.