

CENTRO PAULA SOUZA
Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior
Ensino Médio com Habilitação Profissional
de Técnico em Química

Lucas Almeida Silva
Pedro Henrique Caetano
Davi Faria de Camargo
Luis Felipe Nascimento Souza

A Importância do NPK na Agricultura Atual

FRANCA

2025

Lucas Almeida Silva
Pedro Henrique Caetano
Davi Faria de Camargo
Luis Felipe Nascimento Souza

A Importância do NPK na Agricultura Atual

Trabalho de Conclusão de curso, apresentado ao Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio da Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, orientado pela Prof. Dra. Joana D'Arc Félix de Sousa, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Química.

FRANCA

2025

DEDICAMOS este trabalho a ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior, para que este trabalho possa inspirar novos alunos a buscarem sempre a inovação a partir da imaginação.

AGRADECEMOS aos professores, colegas de classe, e todos os que colaboraram para elaboração desse trabalho.

Lucas Almeida Silva
Pedro Henrique Caetano
Davi Faria de Camargo
Luis Felipe Nascimento Souza

A IMPORTÂNCIA DO NPK NA AGRICULTURA ATUAL

Orientador(a): _____

Nome: Profa. Dra. Joana D'Arc Felix Sousa

Instituição: ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 1: _____

Nome:

Instituição ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 2: _____

Nome:

Instituição ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 3: _____

Nome:

Instituição: ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Franca, ____ / ____ / ____

Resumo

SILVA, Lucas Almeida; CAETANO, Pedro Henrique; CAMARGO, Davi Faria de;
SOUZA, Luis Felipe Nascimento

Palavras-chave: NPK. Nutrição vegetal. Manejo de fertilizantes. Agricultura sustentável. Produtividade. Brasil.

Abstract

SILVA, Lucas Almeida; CAETANO, Pedro Henrique; CAMARGO, Davi Faria de; SOUZA, Luis Felipe Nascimento.

Keywords: NPK. Plant nutrition. Fertilizer management. Sustainable agriculture. Productivity. Brazil.

1. Introdução

Iremos apresentar o que é o NPK e como usar seus benefícios na nutrição de plantas. Neste TCC, vamos explorar um pouco mais sobre o que são macro e micronutrientes, adubos orgânicos e inorgânicos, **o uso do NPK para plantas** e suas principais formulações.

Atualmente, o Brasil é responsável por cerca de 8% do consumo global de fertilizantes, sendo o quarto país do mundo, atrás apenas de China, Índia e Estados Unidos. A velocidade de crescimento da demanda brasileira tem superado o crescimento da oferta nacional e seu atendimento tem ocorrido via aumento de importações. O país deixou de ser exportador de fertilizantes para ser grande importador entre 1992 e 2020 (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2022).

O Brasil, ocupando a quarta posição entre os maiores consumidores de fertilizantes do mundo, destaca-se não apenas como um expressivo consumidor, mas também como o principal importador desse insumo. O potássio (K) é o principal nutriente aplicado no Brasil, representando 38% do total, seguido pelo fósforo (P) com 33%, e o nitrogênio (N) com 29%. As

culturas de soja, milho e cana-de-açúcar figuram como protagonistas, correspondendo a mais de 72% do consumo total de fertilizantes no país (SILVA, Franciele de Freitas, 2024).

SILVA, Franciele de Freitas Silva. USO DE FERTILIZANTES DE EFICIÊNCIA AUMENTADA NA AGRICULTURA. 2024. 41.p Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano –Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2024.

Dentro desse contexto, os fertilizantes de eficiência aumentada emergem como uma inovação significativa no setor de fertilizantes. Essa análise explora o avanço tecnológico dos fertilizantes de eficiência aumentada no mercado agrícola, examinando sua eficácia na área de produção e o seu impacto ao meio ambiente. Com uma abordagem que investiga os benefícios desses fertilizantes em relação à eficiência nutricional e sustentabilidade ambiental, a pesquisa também examina as tendências emergentes, demonstrando como esses produtos podem auxiliar os produtores a aumentar a produtividade, reduzir custos e preservar o meio ambiente.

Aplicações de fertilizantes comerciais no solo frequentemente envolvem adições de elementos-traço contidos nestes insumos, como impurezas provindas das rochas, da corrosão de equipamento e de reagentes usados na sua manufatura. Embora estas aplicações possam resultar, em solo deficiente, em adições benéficas de elementos essenciais para a nutrição das plantas, problemas de contaminação podem surgir quando metais pesados, potencialmente danosos para o ambiente, são adicionados (MENDES, Alessandra Monteiro Saviano et al., 2010).

MENDES, Alessandra Monteiro Saviano et al. Impactos ambientais causados pelo uso de fertilizantes agrícolas. 2010.

Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Apresentar os riscos e a importância do uso de N (Nitrogênio), P (Fósforo) e K (Potássio) na agricultura atual para melhor segurança do agricultor e para melhorar a produtividade de pequenas e grandes

propriedades de produção e demonstrar a importância do uso do NPK para a agricultura brasileira através de dados e matérias realizadas com diversos produtores.

1.1.2 Objetivos Específicos

II. Mostrar o uso certo do NPK, para diminuição de acidentes no solo causados pelo excesso do uso de adubos químicos;

III. Apresentar os benefícios do uso correto de NPK na produção de hortaliças tanto para consumo próprio quanto para a comercialização;

IV. Estudar como o uso indiscriminado de NPK pode afetar o solo, a água e a biodiversidade, propondo práticas mais sustentáveis.

1.1 Justificativa

O uso de fertilizantes NPK desempenha papel fundamental no desenvolvimento da agricultura brasileira, pois fornece nutrientes essenciais ao crescimento saudável das plantas, contribuindo para o aumento da produtividade em diferentes culturas. Entretanto, o elevado consumo nacional, aliado à dependência crescente das importações, revela a importância de práticas adequadas e conscientes no manejo desses insumos. Dados recentes mostram que o Brasil ocupa a quarta posição mundial no consumo de fertilizantes, sendo responsável por cerca de 8% da demanda global. Esse cenário evidencia a relevância de discutir o uso correto do NPK, não apenas para otimizar a produção, mas também para minimizar riscos ambientais, como a contaminação do solo por metais pesados presentes como impurezas. Assim, compreender e difundir informações sobre a aplicação adequada do NPK é essencial para promover uma agricultura mais produtiva, segura e sustentável, beneficiando produtores de diferentes portes e preservando os recursos naturais (SILVA, Franciele de Freitas et al. Uso de fertilizantes de eficiência aumentada na agricultura, 2024).

DESENVOLVIMENTO

1.3 Introdução ao NPK

Para uma planta crescer de forma ampla, saudável e atingir seu potencial produtivo máximo é essencial que a nutrição seja balanceada e bem equilibrada, assim como ocorre com qualquer outro ser vivo. Nesse contexto é fundamental conhecer três dos principais macronutrientes para o desenvolvimento das plantas, são eles o Nitrogênio (N), O Fósforo (P) e o Potássio (K), ou de forma popularmente conhecida o famoso NPK. Esses elementos estão praticamente em todas as formulações de fertilizantes químicos utilizados na agricultura atual (BOARETTO, Antonio Enedi, et al., 2016)

(BOARETTO, Antonio Enedi; NATALE, William. Importância da Nutrição Adequada para Produtividade e Qualidade dos Alimentos. **Nutrição e Adubação de Hortaliças. Editora Prado, RM & Cecílio Filho A. B.**, p. 45-74, 2016).

O Nitrogênio ligado de forma total ao crescimento das folhas e caules, pois é um componente básico dos aminoácidos, proteínas e clorofila, o pigmento responsável pelo processo de realização da fotossíntese. O Fósforo é fonte de energia para as plantas, participando da divisão celular, formação e desenvolvimento de raízes e composição das estruturas genéticas como o RNA ou DNA. Por fim o Potássio tem uma função reguladora, controlando a abertura dos estômatos, melhora a resistência a doenças e estresses hídricos, além de favorecer a qualidade dos frutos (ROMANO, Marcelo Ribeiro., 2001).

ROMANO, Marcelo Ribeiro. **Análise de crescimento, produção de biomassa, fotossíntese e biossíntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (Nicotiana tabacum L.) que expressam o gene Lhcb1* 2 de ervilha.** 2001. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. São Paulo, USP. 66p).

Apesar desses nutrientes estarem já presentes no solo de forma natural, muitas vezes não se encontram na quantidade ou proporções adequadas para bom desenvolvimento vegetal, isso dependendo da cultura. Ai é onde entra o

fertilizantes NPK entram em ação e são indispensáveis no processo produtivo agrícola atual. Entender como cada um desses elementos atua no desenvolvimento vegetal, suas fontes, formulações e comportamento no solo é parte essencial no processo de manejo nutricional ideal, aumentando a produtividade e garantido a sustentabilidade e maximizando a utilização dos recursos, tanto naturais quanto sintéticos (BARROS, José, 2020).

(BARROS, José. Fertilidade do solo e Nutrição das plantas. 2020.)

1.3.1 IMPORTÂNCIA DO NPK

A indústria agrícola é extremamente dependente do uso do fertilizante NPK para atender à crescente demanda por alimentos e garantir cultivos saudáveis. Isso porque, geralmente, os solos não possuem esses nutrientes em quantidades ideais para o desenvolvimento das plantas, seja por condições naturais, cultivo exaustivo ou outros fatores ambientais. Segundo dados da ONU, a população mundial deve aumentar 37,3% até 2050, atingindo 9,2 bilhões de pessoas, com grande parte desse crescimento concentrado em países em desenvolvimento, como o Brasil. Esse cenário implica em maior demanda por alimentos e uso intensivo dos solos agrícolas, o que pode levar ao seu esgotamento nutricional. Os fertilizantes NPK, compostos pelos macronutrientes primários — Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) — são essenciais na nutrição das plantas, desempenhando um papel fundamental no crescimento, desenvolvimento e reprodução vegetal. Em situações de escassez desses nutrientes, é necessário devolvê-los ao solo por meio da adubação, criando um ambiente propício ao pleno desenvolvimento das plantas. Considerando a função específica de cada nutriente, torna-se evidente a importância de manter uma nutrição equilibrada por meio do uso adequado dos fertilizantes NPK (LOPES, Alfredo Scheide. et al 2007)

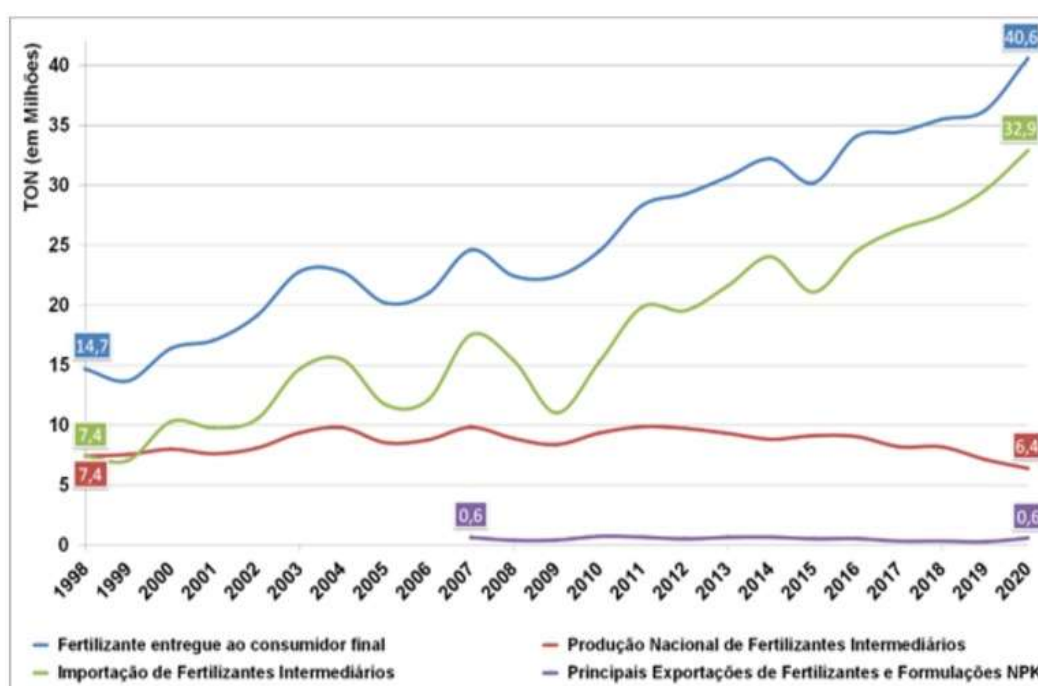
(LOPES, Alfredo Scheide; GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. **Fertilidade do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1-64, 2007.)

“O Brasil vem presenciando, nos últimos anos, um forte aumento nas importações de fertilizantes. Segundo dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (RAMOS, Mateus Pinheiro, 2020), em 2020, a importação de fertilizantes totalizou 32.872.543 toneladas, volume 11% superior ao volume

registrado no ano de 2019. A Figura 4 a seguir representa o crescimento das importações ao longo dos anos, partindo de aproximadamente 7,4 milhões de toneladas em 1998 para quase 33 milhões em 2020, um crescimento de 445% em pouco mais de duas décadas. No mesmo período, a produção nacional teve queda de 13,5%, passando de 7,4 milhões de toneladas para 6,4 milhões” (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2022).

(Estudo da cadeia produtiva de fertilizantes no Brasil / Mateus Pinheiro Ramos. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2020.)

Figura 4 – Mercado de fertilizantes no Brasil (em volume).



Fonte: Anda (2021). Elaboração: DPE/SAE-PR.

1.3.2 Ação Nutricional Integrada: Como N, P e K Influenciam a Vitalidade das Plantas

O nitrogênio, o fósforo e o potássio são considerados macronutrientes primários e exercem funções fundamentais no desenvolvimento das plantas. O nitrogênio é um grande colaborador no surgimento de brotos e folhas, sendo essencial para a formação da clorofila; sua deficiência faz com que as folhas mais velhas apresentem um tom amarelado. Já o fósforo estimula a floração e a frutificação, sendo essencial para o crescimento da planta, e sua ausência provoca um desenvolvimento comprometido, com coloração verde-escura

anormal. O potássio, por sua vez, fortalece os tecidos vegetais, tornando as plantas mais resistentes a pragas e outros agentes prejudiciais; quando em falta, a planta apresenta baixo rendimento e frutos de qualidade inferior. No entanto, para que a adubação seja realmente eficaz, é fundamental que ela seja realizada de maneira adequada, pois o uso desordenado de adubos químicos pode causar impactos negativos na qualidade do solo e na saúde das plantas e seus frutos, especialmente a longo prazo. (VIANA, Eloise Mello. 2007)

(VIANA, Eloise Mello. **Interação de nitrogênio e potássio na nutrição, no teor de clorofila e na atividade da redutase do nitrato de plantas de trigo**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.)

1.3.3 Interações entre Nutrientes: Sinergias e Efeitos Cruzados no Solo

As relações entre os nutrientes presentes no solo têm um impacto direto na eficácia da fertilização. Nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio não funcionam de forma isolada, podendo causar reações que são complementares ou conflitantes entre eles. Um exemplo seria o potássio, que pode potencializar a utilização do nitrogênio, enquanto um excesso de fósforo pode dificultar a absorção de micronutrientes, como o zinco. Entender essas interações é fundamental para prevenir desequilíbrios nutricionais e para favorecer uma nutrição das plantas que seja mais eficaz, sustentável e que atenda às necessidades específicas de cada cultivo. (LANZARIN, Ronaldo Junior.,2018)

(LANZARIN, Ronaldo Junior. **Comportamento de potássio e fósforo no solo em um sistema de integração lavoura-pecuária com adubação de sistemas**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná).

1.4 Macronutrientes do NPK: Funções e Mecanismos no Metabolismo Vegetal

Nitrogênio(N)

O nitrogênio é comprovadamente um dos macronutrientes mais necessários para as plantas, sendo de necessidade primordial para a planta, independente da cultura, atuando no crescimento vegetativo e questão

metabólica. Faz parte de sua estrutura compostos como os aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos (DNA e RNA) e clorofila, promovendo maior área foliar e acúmulo de biomassa. Apesar do nitrogênio contido na atmosférica ser em grande quantidade (78%), as plantas não conseguem absorvê-lo de forma direta, tendo a necessidade de ser convertido em formas inorgânicas assimiláveis, como amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), por processos naturais como a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), realizada por microrganismos como *Rhizobium* e *Azospirillum* em simbiose com leguminosas. Contudo, a eficiência do aproveitamento do nitrogênio pode ser afetada com perdas. A uréia, fonte comum de N, pode sofrer volatilização entre 40% e 78%, e em condições extremas, apenas 20% do nitrogênio aplicado é absorvida pela planta. O parcelamento da adubação reduz perdas por lixiviação, mas aumenta custos e demanda por mão de obra (DA SILVA, Matheus Hashimoto et al., 2024)

(DA SILVA, Matheus Hashimoto et al. A relação do nitrogênio com o desenvolvimento das plantas e suas formas de disponibilidade. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 5, n. 1, p. e514762-e514762, 2024.).

*Embora o nitrogênio atmosférico seja abundante (cerca de 78%), as plantas não o absorvem diretamente. Ele precisa ser convertido em formas inorgânicas assimiláveis, como amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), por processos naturais como a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), realizada por microrganismos como *Rhizobium* e *Azospirillum* em simbiose com leguminosas (VIEIRA, Rosana Faria. Ciclo do Nitrogênio, 2017).

(VIEIRA, Rosana Faria. Ciclo do Nitrogênio.)

Porém, a eficiência do aproveitamento do nitrogênio pode ser comprometida por perdas. A ureia, fonte comum de N, pode sofrer volatilização entre 40% e 78% e em condições extremas, apenas 20% do nitrogênio aplicado é absorvido pela planta). O parcelamento da adubação reduz perdas por lixiviação, mas aumenta custos e demanda por mão de obra (DE GOUVEIA, Rogerio Gonçalves Lacerda. 2020)

(DE GOUVEIA, Rogerio Gonçalves Lacerda. **Manejo eficiente do nitrogênio**. Clube de Autores, 2020).

Fósforo(P)

O fósforo é essencial para a geração e transferência de energia, compondo moléculas como ATP e NADP, fundamentais para a fotossíntese e respiração celular. Também é componente de ácidos nucleicos e fosfolípidios, favorecendo divisão celular, diferenciação de tecidos e desenvolvimento radicular. Nos solos brasileiros, principalmente no Cerrado, o fósforo sofre intensa fixação devido à alta concentração de óxidos de ferro e alumínio, o que reduz sua disponibilidade. Para superar esse desafio, utilizam-se adubos fosfatados totalmente acidulados que aumentam a solubilidade do nutriente (RHEINHEIMER, D. D. et al.,2020)

(RHEINHEIMER, D. D. et al. Ciclo biogeoquímico do fósforo, diagnóstico de disponibilidade e adubação fosfatada. **Porto Alegre: Autores**, 2020).

Potássio(K)

O potássio atua como regulador do metabolismo vegetal, influenciando o equilíbrio osmótico, a regulação estomática e a ativação de mais de 60 enzimas. Contribui para a resistência das plantas a estresses, salinidade, doenças e pragas. Além disso, está presente em mais de 100 minerais com teores superiores a 10% em muitos deles, sendo amplamente distribuído na natureza.

(ZUÑIGA, ENRIQUE ALONSO et al. 2017)

(ZUÑIGA, ENRIQUE ALONSO et al. CAPÍTULO 3 ESTRESSE MINERAL (MICRONUTRIENTES. **O Estresse das Plantas Teoria & Prática**, p. 47, 2017).

1.5 Importância Fisiológica do NPK na Agricultura

O NPK, sigla para Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), representa os três principais macronutrientes essenciais para o desenvolvimento saudável das plantas e, por isso, tem grande importância fisiológica na agricultura. O nitrogênio é fundamental para a síntese de proteínas e o crescimento vegetativo, favorecendo o desenvolvimento das folhas e caules. O fósforo atua diretamente na formação de raízes, flores, sementes e frutos, além de participar de processos energéticos vitais, como a fotossíntese. Já o potássio regula a abertura e o fechamento dos estômatos, influencia a resistência das plantas a pragas e doenças, e melhora a qualidade dos frutos. O equilíbrio adequado desses nutrientes no solo é crucial para garantir altas produtividades e cultivos sustentáveis.(GOBBI, Igor Juglair.,2025)

(GOBBI, Igor Juglair. **Avaliação química no perfil do solo após o uso de diferentes fertilizantes**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.)

1.6 Fontes e Formas de Absorção dos Nutrientes NPK

O nitrogênio é fornecido por ureia, nitrato de amônio e sulfato de amônio, sendo absorvido na forma de NH_4^+ e NO_3^- . O fósforo, proveniente de rochas fosfáticas, é absorvido como H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} . O potássio é fornecido principalmente como KCl e absorvido na forma K^+ (FIORINI, IVAN VILELA ANDRADE et al.,2016)

(FIORINI, IVAN VILELA ANDRADE et al. Avaliação de fontes de enxofre e das formas de micronutrientes revestindo o NPK na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 20-29, 2016).

1.7 Tipos de Fertilizantes NPK

Os fertilizantes NPK podem ser mistos (mistura física), granulados ou de liberação controlada. A liberação controlada evita perdas por lixiviação e melhora a eficiência, sendo especialmente útil em culturas de alto valor ou solos arenosos. Na cultura da mamoneira, doses de até 120-75-45 kg/ha de $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ aumentaram a massa de racemos e produtividade, principalmente com plantio antecipado e irrigação suplementar (PÉREZ-PAZOS et al.2018)

(PÉREZ-PAZOS, JAZMÍN VANESSA; LUNA-CASTELLANOS, LILY LORENA; BURBANO-FIGUEROA, OSCAR. Acumulación de biomasa en yuca (Manihot esculenta C.) ante la respuesta a la aplicación de fertilizantes NPK y biofertilizantes en condiciones de invernadero en dos tipos de suelo. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 12, n. 2, p. 456-463, 2018).

1.8 Importância ambiental e produtiva

O NPK é de importância gigantesca para o setor agrícola e econômico brasileiro, levando-se em consideração que o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de produtos derivados diretamente ou indiretamente do setor agrícola nacional , é de suma importância garantir uma produção saudável, com segurança e principalmente ambientalmente seguro, levando

em consideração que o Brasil alimenta 10% população mundial (SANTOS, Thulyani Duarte et al.2020)

(SANTOS, Thulyani Duarte et al. Balança comercial de fertilizantes no Brasil: determinantes e consequências, 2020).

1.9 Influência do Solo na Disponibilidade do NPK

Características físico-químicas do solo, como pH, textura e capacidade de troca catiônica (CTC), afetam a disponibilidade dos nutrientes. Solos arenosos favorecem lixiviação de nitrogênio e potássio, enquanto solos argilosos podem fixar fósforo e potássio, causando excesso, falta parcial ou completa de alguns de elementos (ROLIM, Jardel Cavalcante. 2017)

(ROLIM, Jardel Cavalcante. Avaliação do desempenho de aluminossilicatos na estabilização de macronutrientes e na mitigação da salinidade do solo, 2017).

2.0 Funcionamento Químico dos Nutrientes do NPK

O funcionamento químico dos nutrientes do NPK envolve o nitrogênio, que contribui para a formação de proteínas e clorofila, sendo absorvido principalmente como nitrato (NO_3^-), amônio (NH_4^+) ou ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$); o fósforo, essencial para o desenvolvimento das raízes e transferência de energia, é absorvido como fosfato (PO_4^{3-}); e o potássio, que regula o equilíbrio osmótico, ativa enzimas e auxilia na resistência das plantas, sendo absorvido como íon potássio (K^+). Esses nutrientes atuam de forma integrada para promover o crescimento saudável, o desenvolvimento radicular e a adaptação das plantas ao ambiente (FARIAS, Pedro Igor Veillard et al., 2015).

FARIAS, Pedro Igor Veillard. **Aspectos técnicos e econômicos da indústria de fertilizantes NPK**. 2015. Tese de Doutorado.)

2.1 Manejo Eficiente da Adubação com NPK

O manejo eficiente requer análise de solo, conhecimento das necessidades da cultura e escolha da fórmula adequada. O parcelamento da adubação nitrogenada reduz perdas, apesar de aumentar custos e demanda de mão de obra. Fertilizantes de liberação controlada são recomendados para condições adversas. Na integração lavoura-pecuária, a *Brachiaria brizantha* semeada a 2,5 cm de profundidade apresentou melhor emergência. A mistura

de sementes com fertilizantes reduziu o estande inicial, mas aumentou a produção de fitomassa das plantas sobreviventes (CARLOS, Jean et al.2024)

(CARLOS, Jean; LIMA, Jaynara; DA SILVA, Denise Vieira. BENEFÍCIOS DA ADUBAÇÃO EM PASTAGENS NPK E PRODUTIVIDADE BOVINA. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 11, n. 1, 2024).

2.2 Práticas Ambientalmente Corretas na Utilização do NPK

Para minimizar impactos ambientais, a aplicação de NPK deve basear-se em análise de solo, ser localizada e no momento adequado. Práticas como plantio direto, rotação de culturas e adubação verde contribuem para conservar nutrientes e reduzir perdas. Além dessas recomendações, é válido ressaltar que não há obrigatoriedade de um Engenheiro Agrônomo para acompanhar tal processo (Aplicação de adubos químicos), mas é recomendado ter as instruções e acompanhamento de um. Caso necessário, é interessante ter um técnico em meio ambiente ou engenheiro ambiental para acompanhar o processo e garantir a segurabilidade nos aspectos ambientais (SILVA, Amanda Jullia Perotti da. 2025)

(SILVA, Amanda Jullia Perotti da. **Ajuste metodológico para quantificação de NPK em biofertilizantes líquidos**, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).

2.3 Panorama Final sobre a Eficiência e Sustentabilidade do NPK

Compreender a dinâmica dos macronutrientes no solo e na planta não é apenas um requisito técnico, mas uma necessidade prática para quem busca resultados consistentes no campo. A forma como se conduz o manejo do NPK influencia diretamente a eficiência da adubação, os custos de produção e a sustentabilidade do sistema. Em diferentes realidades agrícolas, fica evidente que decisões baseadas em conhecimento, e não apenas em tradição ou tentativa e erro, tendem a promover um uso mais inteligente dos recursos, com impactos positivos que vão do solo à colheita(SILVA, Franciele de Freitas et al. 2024)

(SILVA, Franciele de Freitas et al. Uso de fertilizantes de eficiência aumentada na agricultura, 2024).

CONCLUSÃO

O presente trabalho evidenciou a relevância do uso do fertilizante NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) como ferramenta essencial para a produtividade agrícola brasileira. Foi possível compreender, a partir da revisão bibliográfica e de dados estatísticos, que cada macronutriente desempenha funções vitais no metabolismo vegetal, influenciando diretamente o crescimento, a formação de estruturas reprodutivas, a resistência a estresses e a qualidade dos produtos agrícolas.

O cenário nacional, marcado por alto consumo e crescente dependência das importações de fertilizantes, reforça a necessidade de manejo consciente e tecnicamente embasado. Práticas adequadas, como adubação localizada, parcelamento de doses, uso de fertilizantes de liberação controlada e integração com técnicas sustentáveis, mostraram-se estratégicas para aumentar a eficiência no uso dos nutrientes, reduzir perdas e minimizar impactos ambientais.

Também foram identificados riscos associados ao uso indiscriminado do NPK, incluindo contaminação de solos e águas por metais pesados presentes como impurezas e desequilíbrios na microbiota do solo. A adoção de boas práticas agrônômicas é, portanto, fundamental para equilibrar produtividade, rentabilidade e conservação ambiental.

Conclui-se que o conhecimento técnico sobre os nutrientes NPK e sua aplicação, aliado à gestão responsável e sustentável, é determinante para assegurar a competitividade do setor agrícola brasileiro, contribuindo para a segurança alimentar e a preservação dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(BOARETTO, Antonio Eneidi; NATALE, William. Importância da Nutrição Adequada para Produtividade e Qualidade dos Alimentos. **Nutrição e Adubação de Hortaliças**. Editora Prado, RM & Cecílio Filho A. B, p. 45-74, 2016).

ROMANO, Marcelo Ribeiro. **Análise de crescimento, produção de biomassa, fotossíntese e biossíntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (Nicotiana tabacum L.) que expressam o gene Lhcb1* 2 de ervilha**. 2001. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. São Paulo, USP. 66p).

(BARROS, José. Fertilidade do solo e Nutrição das plantas. 2020.)

(LOPES, Alfredo Scheide; GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1-64, 2007.)

(Ministério da Agricultura e Pecuária, 2022).

(VIANA, Eloise Mello. **Interação de nitrogênio e potássio na nutrição, no teor de clorofila e na atividade da redutase do nitrato de plantas de trigo**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.)