Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.02, 2025
ISSN 2178-6925

MANEJO E FERTILIDADE DO SOLO: ABORDANDO A TÉMATICA ATRAVÉS DE UMA REVISÃO DE LITERATURA

SOIL MANAGEMENT AND FERTILITY: ADDRESSING THE ISSUE THROUGH A LITERATURE REVIEW

Wemerson Leonardo Cruz da Silva
Discente do curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Codó, Brasil
E-mail: wemerson.cruz@acad.ifma.edu.br

Lourenço Oliveira dos Santos
Discente do curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Codó, Brasil
E-mail: oliveira.santos@acad.ifma.edu.br

Kessia Rosaria de Sousa
Doutora em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Maranhão, Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Codó, Brasil
E-mail: kessia.sousa@ifma.edu.br

Resumo

O solo é um recurso essencial para a produção agrícola e para funções ecológicas fundamentais. Contudo, práticas inadequadas de manejo e uso de insumos têm acelerado sua degradação, especialmente em regiões tropicais. Este artigo busca responder às questões: Quais são os principais avanços na produção científica sobre manejo e fertilidade do solo? Como a composição dos fertilizantes e a aplicação de corretivos de acidez têm sido abordadas na literatura? Assim, o objetivo é investigar a produção científica sobre os principais aspectos do uso, manejo e fertilidade do solo, bem como a composição dos fertilizantes e a aplicação de corretivos de acidez. A metodologia adotada foi a revisão de literatura, considerando estudos que discutem o impacto de práticas como calagem, gessagem e o uso de fertilizantes minerais e orgânicos. Os resultados

demonstram que a aplicação de corretivos de acidez, como calcário e gesso, melhora a estrutura do solo, neutraliza a acidez e reduz a presença de elementos tóxicos. Já os fertilizantes orgânicos promovem maior retenção de água, melhoram a atividade microbiana e contribuem para a sustentabilidade do sistema agrícola. Conclui-se que avanços tecnológicos e práticas tradicionais devem ser integrados para promover a sustentabilidade da fertilidade do solo. Destaca-se a necessidade de capacitação técnica dos agricultores e de políticas públicas que incentivem práticas adaptadas às condições locais. Pesquisas futuras devem abordar enfoques interdisciplinares, explorando os aspectos técnicos, sociais e econômicos da conservação do solo.
Palavras-chave: Manejo do solo; Fertilidade; Corretivos de acidez; Sustentabilidade agrícola.

Abstract

Soil is an essential resource for agricultural production and fundamental ecological functions. However, inadequate management practices and input use have accelerated its degradation, especially in tropical regions. This article seeks to answer the following questions: What are the main advances in scientific research on soil management and fertility? How have fertilizer composition and the application of acidity correctives been addressed in the literature? Thus, the objective is to investigate the scientific production on the key aspects of soil use, management, and fertility, as well as fertilizer composition and the application of acidity correctives. The methodology adopted was a literature review, considering studies discussing the impact of practices such as liming, gypsum application, and the use of mineral and organic fertilizers. The results demonstrate that the application of acidity correctives, such as limestone and gypsum, improves soil structure, neutralizes acidity, and reduces the presence of toxic elements. Organic fertilizers, on the other hand, enhance water retention, improve microbial activity, and contribute to the sustainability of agricultural systems. It is concluded that technological advancements and traditional practices must be integrated to promote sustainable soil fertility. The need for technical training for farmers and public policies that encourage practices adapted to local conditions is highlighted. Future research should adopt interdisciplinary approaches, exploring the technical, social, and economic aspects of soil conservation.
Keywords: Soil management; Fertility; Acidity correctives; Agricultural sustainability.

1. Introdução

O solo é um recurso indispensável para a sobrevivência humana, pois fornece a base para a produção de alimentos além de desempenhar funções ecológicas essenciais. Contudo, práticas agrícolas inadequadas, como o manejo

incorreto e o uso desbalanceado de insumos, têm acelerado os processos de degradação do solo, tornando-o menos produtivo e menos capaz de desempenhar suas funções ambientais (Alves, 2021).

Historicamente, as práticas de manejo do solo evoluíram significativamente, indo desde técnicas rudimentares de cultivo até o uso de insumos químicos avançados, como fertilizantes e corretivos de acidez. Essas inovações proporcionaram aumentos expressivos na produtividade agrícola global, mas também levantaram preocupações sobre os impactos ambientais, como a acidificação do solo e a poluição dos corpos d'água adjacentes (Ramos *et al*., 2006). Esse cenário demanda um equilíbrio entre maximizar a produção agrícola e assegurar a conservação do solo.

A fertilidade do solo, um dos pilares para uma agricultura sustentável, depende de diversos fatores, incluindo a aplicação de fertilizantes e corretivos de acidez. No entanto, as decisões sobre o tipo, a composição e a dosagem desses insumos nem sempre são baseadas em dados técnicos precisos, o que pode levar à ineficiência e ao desperdício de recursos (Melo *et al*., 2019). Além disso, a falta de conhecimento técnico por parte de muitos produtores rurais tem limitado a adoção de práticas mais eficazes e ambientalmente adequadas.

Do ponto de vista científico, a produção de conhecimento sobre o manejo do solo ainda apresenta lacunas importantes, especialmente no que se refere à integração entre práticas tradicionais e novas tecnologias agrícolas (Ferreira; Sousa; Silva, 2023). Nesse contexto, o presente artigo busca responder às seguintes questões: Quais são os principais avanços na produção científica sobre manejo e fertilidade do solo? Como a composição dos fertilizantes e a aplicação de corretivos de acidez têm sido abordadas na literatura?

Portanto, o objetivo desta pesquisa é investigar a produção científica sobre os principais aspectos do uso, manejo e fertilidade do solo, bem como a composição dos fertilizantes e a aplicação de corretivos de acidez.

1.1 Objetivos Gerais

Investigar a produção científica sobre os principais aspectos do uso, manejo e fertilidade do solo, bem como a composição dos fertilizantes e a aplicação de corretivos de acidez.

2. Revisão da Literatura

2.1 Uso e manejo do solo

De acordo com Primavesi (2017), o solo é o elemento central que regula toda a produção agrícola. Contudo, ele não se restringe apenas às partículas minerais que o compõem, como areia, silte e argila. Também engloba fatores como organismos vivos, matéria orgânica, água e ar. O manejo adequado do solo garante sua saúde, aspecto fundamental para a manutenção da vida na Terra, abrangendo desde microrganismos até os seres humanos.

Por outro lado, a ausência de práticas adequadas de manejo pode acarretar impactos negativos em suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Isso pode resultar em problemas como baixa capacidade de retenção de água, insuficiente aeração, compactação e comprometimento da estrutura física do solo. Além disso, pode provocar alterações na reação do solo, na disponibilidade de nutrientes e em suas interações (Melo *et al*., 2019). A degradação também compromete a matéria orgânica, reduz a atividade microbiana, afeta o carbono presente nos microrganismos e diminui a diversidade de microrganismos, ampliando os riscos de desertificação (Ribeiro; Anjos; Pereira, 2019).

No Brasil, a degradação do solo é um problema recorrente, especialmente no que diz respeito à erosão hídrica, que surge como resultado do uso inadequado das terras. Segundo Almeida *et al*. (2019), a erosão é um dos principais fatores responsáveis pelo empobrecimento dos solos no país, reduzindo drasticamente sua capacidade produtiva

Práticas agrícolas convencionais, como o sistema de corte e queima, promovem um ciclo de empobrecimento do solo, pois impedem o retorno de matéria orgânica fundamental, tornando-o gradativamente mais suscetível à erosão e comprometendo, assim, sua fertilidade e capacidade produtiva (CONTAG, 2023).

As práticas de manejo, que consideram aspectos como a textura, a inclinação e a cobertura vegetal do solo, desempenham um papel crucial na conservação da água no solo, sendo sua escolha determinada pelo potencial produtivo do solo (Melo *et al*., 2019). De acordo com Ribeiro, Anjos e Pereira

(2019), a gestão do solo e sua conservação devem ser baseadas nas características químicas, físicas e biológicas, com o objetivo de manter sua qualidade e garantir uma produtividade elevada.

Assim, para alcançar o sucesso agrícola em diversos cenários, é essencial que os agricultores compreendam as limitações naturais do solo, bem como as características socioeconômicas e os processos históricos de uso e ocupação do solo em cada localidade. Dessa forma, o manejo deve buscar um equilíbrio entre a produção agrícola e a preservação ambiental, ambos fundamentais para garantir a sustentabilidade econômica da agricultura (Drugowich, 2014; Silva *et al*., 2018).

2.2 Corretivo da acidez do solo

Os corretivos da acidez do solo, definidos como produtos capazes de neutralizar a acidez e fornecer nutrientes como cálcio (Ca) e magnésio (Mg), desempenham um papel fundamental devido à baixa fertilidade característica dos solos brasileiros (Amorim, 2017). Para otimizar o processo produtivo, é indispensável realizar um manejo eficiente da calagem, gessagem e aplicação de fertilizantes, especialmente em solos altamente intemperizados. Esses solos frequentemente apresentam elevada acidez, teores elevados de alumínio (Al) e manganês (Mn), além de baixos níveis de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e fósforo (P), o que constitui desafios consideráveis (Fageria, 2001; Duart, 2019).

Segundo Sousa, Miranda e Oliveira (2007), a acidez do solo pode ser atribuída, entre outros fatores, à intensa remoção de minerais como Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+}, resultante da agricultura intensiva, e ao uso contínuo de fertilizantes nitrogenados, especialmente os que contêm amônio. Além disso, a decomposição da matéria orgânica no solo libera íons H^{+}, o que também contribui para o aumento da acidez.

Durante o processo de absorção de nutrientes catiônicos pelas plantas, ocorre a liberação de íons H^{+} ou de radicais com carga positiva, o que frequentemente agrava a acidez do solo. Esse processo é essencial para que as plantas mantenham sua eletroneutralidade, ou seja, o equilíbrio entre as cargas positivas e negativas dentro delas (Zonta *et al*., 2014).

De forma didática, a acidez do solo pode ser dividida em três tipos: acidez ativa, trocável e potencial. A acidez ativa refere-se à concentração de íons H+ presentes na solução do solo, sendo indicada pelo pH, onde valores abaixo de 7 indicam acidez (Sousa; Miranda; Oliveira, 2007). A acidez trocável é aquela associada aos íons H+ e Al3+ que se aderem à superfície dos coloides do solo, com destaque para o Al3+ nos solos brasileiros. A acidez não trocável, por sua vez, diz respeito ao H que está ligado de forma covalente, e sua soma com a acidez trocável resulta na acidez potencial. A acidez potencial está diretamente relacionada ao poder tampão do solo, ou seja, à sua capacidade de resistir a variações no pH quando são aplicados agentes alcalinizantes ou acidificantes (Silva, 2021).

Nesse sentido, Duart (2019) destaca que a calagem é uma das principais práticas utilizadas na agricultura para melhorar a qualidade do solo. Esse processo envolve a aplicação de rochas calcárias moídas, ricas em carbonatos de cálcio e magnésio, e oferece benefícios como a diminuição da acidez do solo, o aumento da disponibilidade de cálcio e magnésio, além da redução de elementos que podem ser tóxicos, como o alumínio, manganês e ferro.

Além do calcário, outros produtos também podem ser utilizados na correção da acidez do solo, como o gesso agrícola. Este, que é um subproduto da produção de fertilizantes fosfatados, resulta da reação do ácido sulfúrico com a rocha fosfática. Com uma composição química praticamente neutra, o gesso agrícola não afeta diretamente a acidez ativa do solo (Rego *et al.*, 2017).

2.2.1 Calagem

De acordo com Dai *et al.* (2017), cerca de 50% dos solos cultiváveis no mundo são classificados como ácidos, representando um grande obstáculo para a produtividade agrícola, com perdas estimadas entre 30% e 40% (Berihun *et al.*, 2017). Esse cenário é especialmente comum em áreas tropicais, onde características como pH baixo, elevada concentração de alumínio disponível (Al^{3+}) e baixa Capacidade de Troca de Cátions (CTC) restringem significativamente o desenvolvimento das plantas (Borchard *et al.*, 2014).

Neste contexto, a calagem desempenha um papel crucial no manejo da fertilidade dos solos tropicais. Essa prática é importante não apenas para reduzir a

acidez, mas também para equilibrar os níveis de cálcio e magnésio no solo (Arantes; Arantes; Lavorenti, 2023). O uso de calcário como corretivo de acidez e fonte de nutrientes é amplamente reconhecido como essencial para a agricultura no Brasil, com um consumo estimado de cerca de 56,8 milhões de toneladas em 2022 (ABRACAL, 2023).

De acordo com Borges, Cordeiro e Zilton (2020), a aplicação de calcário, quando necessária, é geralmente a primeira medida adotada no manejo do solo. Essa técnica visa neutralizar os íons de alumínio e manganês trocáveis, fornecer cálcio e magnésio para as plantas, aumentar a saturação por bases, corrigir as relações entre potássio, cálcio e magnésio e, ainda, favorecer a disponibilidade de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e molibdênio. Além disso, a calagem também promove a melhoria da atividade microbiana no solo, o que contribui para o aumento da fertilidade e do equilíbrio do ambiente edáfico.

2.2.2 Gessagem

Segundo Rego *et al*. (2017), o gesso agrícola, também conhecido como fosfogesso ou sulfato de cálcio di-hidratado (CaSO4 . 2H2O), é um subproduto gerado pela indústria de fertilizantes fosfatados, resultante da reação química entre ácido sulfúrico e rocha fosfática. Sua composição química é essencialmente neutra, o que implica que não altera a acidez do solo (Bartzen, 2020).

De acordo com Costa *et al*. (2007), além de aprimorar os aspectos químicos do solo, o gesso agrícola também tem influência sobre suas propriedades físicas, como densidade, porosidade total e resistência à penetração. Estudos indicam que o uso de gesso favorece a formação de agregados no solo, promovendo melhorias na sua estrutura física. A interação entre as práticas de manejo agrícola e a aplicação de gesso pode ainda afetar características como a porosidade e a densidade do solo (Marques *et al*., 2016).

A maior eficácia do gesso agrícola em comparação ao carbonato de cálcio (calcário) é atribuída à sua alta solubilidade em água. Após o processo de hidrólise, os íons de cálcio (Ca^{2+}) tornam-se disponíveis na solução do solo ou são adsorvidos ao complexo de troca catiônica, enquanto os íons sulfato (SO_4^{2-}) apresentam boa solubilidade, facilitando sua movimentação para camadas mais profundas. Nessa profundidade, esses íons reagem com o alumínio (Al^{3+}),

desempenhando um papel relevante como condicionadores do solo (Rego *et al*., 2017; Bartzen, 2020).

Em solos tropicais do Brasil, especialmente sob o Sistema Plantio Direto, a aplicação de gesso tem mostrado ser uma prática eficaz para melhorar a distribuição das raízes ao longo do perfil do solo. Isso favorece a absorção de água e nutrientes, especialmente durante períodos de seca, quando a falta de cálcio nas camadas mais profundas pode limitar o crescimento das raízes à camada superficial (Bartzen, 2020).

Nesse contexto, o gesso agrícola tem sido associado a diversos benefícios para o desenvolvimento das culturas. Entre esses, destacam-se a redução dos efeitos adversos, a maior duração dos efeitos residuais e o fornecimento de nutrientes essenciais como cálcio e enxofre. Essas propriedades ajudam a neutralizar o alumínio, resultando em aumentos significativos na produtividade agrícola (Ascari; Mendes, 2017; Neto, 2021).

2.3 Aspectos da fertilidade do solo

A baixa fertilidade natural dos solos, incluindo aqueles classificados como eutróficos, que apresentam uma quantidade limitada de bases e uma reserva de nutrientes reduzida, é o principal fator que restringe seu uso agrícola. Essa característica torna os solos mais vulneráveis a práticas de manejo inadequadas. Nesse cenário, avaliar a fertilidade do solo é o primeiro passo para identificar as intervenções corretivas e de manejo necessárias. A análise química do solo é amplamente reconhecida como uma das abordagens quantitativas mais eficazes para diagnosticar sua fertilidade (Serato, 2017).

De acordo com Serato (2017), a análise química do solo no campo da agronomia tem como objetivo principal quantificar os elementos químicos presentes no solo. No entanto, sua função fundamental, baseada nos princípios da química, é medir a Capacidade de Troca de Cátions (CTC), que representa a quantidade de cargas negativas disponíveis no solo. A análise também determina a proporção dessas cargas ocupadas por cátions básicos, como Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+}, e cátions ácidos, como H^{+} e Al^{3+}. Dessa forma, busca-se avaliar o equilíbrio entre ácidos e bases, que é crucial para as características de fertilidade do solo. Para melhorar a fertilidade, são utilizadas tanto estratégias de aplicação de fertilizantes

químicos ou minerais quanto o uso de fertilizantes orgânicos.

Gatiboni, Silva e Anghinoni (2016) ressaltam que a avaliação da fertilidade do solo é realizada por meio da análise de dados tanto do solo quanto das plantas. Esses dados são organizados em faixas de valores, que são determinadas com base na probabilidade de resposta das culturas. O propósito dessa abordagem é fornecer orientações sobre a aplicação de calcário e fertilizantes nas lavouras. Esses intervalos de valores são obtidos a partir de estudos de campo que estabelecem correlações entre a produtividade das culturas em diferentes tipos de solo e os níveis de nutrientes disponíveis, permitindo a calibração dos métodos de análise.

Com a calibração, são determinados os níveis críticos, que indicam os pontos em que a resposta das culturas à aplicação de fertilizantes e corretivos se torna mínima ou ausente. Assim, quanto menor o teor de um determinado nutriente no solo em comparação com o nível crítico, maior será a chance de que a cultura tenha uma resposta favorável ao uso de calcário ou fertilizantes (Gatiboni; Silva; Anghinoni, 2016).

2.4 Fertilizantes: conceitos e composição

No cenário agrícola do Brasil, os fertilizantes desempenham um papel essencial, sendo considerados um dos principais insumos utilizados na produção agrícola. Sua matéria-prima provém tanto da indústria petroquímica quanto da mineração (Dias; Fernandes, 2006).

Segundo Machado (2014), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) descreve fertilizantes como substâncias, de origem mineral ou orgânica, que fornecem os nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Essas substâncias são classificadas em várias categorias, como simples, misto, mineral, orgânico, organomineral, composto e complexo. A aplicação de fertilizantes no solo tem como objetivo repor ou fornecer os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das culturas, o que contribui para o aumento da produtividade agrícola (Dias; Fernandes, 2006).

Em relação aos nutrientes contidos nos fertilizantes, é comum agrupá-los em macronutrientes primários, secundários e micronutrientes. Os principais nutrientes são o nitrogênio, fósforo e potássio, pois esses elementos

frequentemente apresentam deficiências nos solos. Assim, a formulação NPK é de grande importância na produção de fertilizantes. Já os macronutrientes secundários e os micronutrientes, embora igualmente necessários para o crescimento das plantas, são aplicados em quantidades menores, o que diminui sua relevância no mercado de fertilizantes (Machado, 2014).

A cadeia produtiva dos fertilizantes é complexa e abrange diversas etapas, que vão desde a extração das matérias-primas até a entrega do produto final para o setor agrícola. Esse processo inclui a proteção das matérias-primas, a fabricação de intermediários, a produção de fertilizantes básicos e, finalmente, a produção das misturas NPK e dos fertilizantes granulados (Dias; Fernandes, 2006), conforme exemplificado na Figura 3, que ilustra os possíveis erros ao longo dessa cadeia produtiva.

Dias e Fernandes (2006) ressaltam que, para melhorar a fertilidade do solo, não é suficiente apenas o uso de fertilizantes. Uma medida essencial é corrigir a acidez do solo, pois elevados níveis de acidez dificultam a absorção de nutrientes pelas plantas e aumentam os custos com a fertilização. No Brasil, onde muitos solos apresentam alta acidez, a aplicação de calcário moído é uma solução eficaz para alcançar a neutralização necessária.

2.4.1 Fertilizantes minerais

A utilização de fertilizantes minerais na agricultura tem sido amplamente reconhecida por sua capacidade de melhorar a produtividade das culturas, além de desempenhar um papel essencial na preservação da qualidade do solo, como evidenciado por diversos estudos (Anacleto; Cabral; Franco, 2017; Biserra *et al*., 2017). Em particular, o uso de fertilizantes ricos em nitrogênio (N) tem sido fundamental para o aumento expressivo da produção agrícola desde a década de 1950 (Robertson; Vitousek, 2009). O nitrogênio, sendo um nutriente frequentemente limitante para o desenvolvimento das plantas em muitos ecossistemas terrestres, tem demonstrado efeitos benéficos na produção primária líquida (LeBauer; Treseder, 2008).

No contexto da economia agrícola, é essencial analisar o consumo de fertilizantes minerais sob diferentes perspectivas, incluindo aspectos macroeconômicos, mesoe microeconômicos. A gestão eficiente da fertilização

agrícola exige uma avaliação abrangente, considerando questões tecnológicas, ecológicas e econômicas (Piwowar, 2022). A dimensão tecnológica refere-se aos tipos de fertilizantes e aos equipamentos utilizados na sua aplicação, enquanto a dimensão ecológica foca nos impactos ambientais e nos efeitos sobre a saúde humana (Jabborova *et al*., 2021).

Atualmente, a agricultura de alta produtividade depende amplamente da aplicação de fertilizantes minerais, que desempenham um papel fundamental na intensificação da produção de plantas, afetando diretamente tanto a quantidade quanto a qualidade das colheitas (Bozek; Winnicki; Zuk-Golaszewska, 2019). No entanto, é importante considerar que tanto o uso excessivo quanto o uso inadequado de fertilizantes pode levar a práticas ineficazes, gerando impactos negativos tanto para a economia quanto para o meio ambiente (Hasler *et al*., 2017).

2.4.2 Fertilizantes orgânicos

Os fertilizantes orgânicos, provenientes de resíduos vegetais, animais ou agroindustriais, liberam nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas durante o processo de decomposição. Isso resulta em uma melhoria na fertilidade do solo, contribuindo para o aumento da produtividade e da qualidade das culturas (Finatto *et al*., 2013; Costa; Silva; Ribeiro, 2013; Júnior, 2021). Esses insumos desempenham um papel fundamental na agricultura (Trani *et al*., 2013; Higashikawa; Junior, 2017).

A incorporação de matéria orgânica no solo é amplamente reconhecida por vários estudos como um fator que promove melhorias nas propriedades físicas do solo, incluindo o aumento da macroporosidade e a redução da densidade (Júnior, 2021). Além disso, essa adição resulta em maior retenção de água, aprimoramento da estrutura do solo e maior estabilidade dos agregados. As mudanças incluem também a redução da densidade aparente, melhoria da aeração e drenagem, aspectos que são cruciais para mitigar a erosão (Menezes; Puia; Machado, 2020).

Dado o elevado custo associado ao uso de fertilizantes químicos na agricultura, torna-se necessário buscar fontes alternativas que possam aumentar a fertilidade do solo e atender às necessidades nutricionais das plantas de

maneira mais econômica. Nesse contexto, os resíduos de origem animal surgem como uma fonte importante de nutrientes, oferecendo uma alternativa viável para o aproveitamento de materiais que, de outra forma, seriam descartados (Silva *et al*., 2019).

De acordo com Bona, Mori e Wiethölter (2016), o uso de resíduos orgânicos nas práticas agrícolas tem se destacado como uma alternativa promissora de fertilização, devido à presença de nutrientes essenciais e ao alto teor de matéria orgânica. Isso contribui para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Além disso, pesquisas apontam que o efeito residual desses fertilizantes é significativo, com impacto duradouro nas condições do solo (Silva *et al*., 2019).

Conforme ressaltam Júnior *et al*. (2017), a adubação orgânica se distingue da adubação convencional pelo fornecimento gradual de nutrientes, o que resulta em uma ação prolongada no solo. Este tipo de fertilização utiliza uma variedade de resíduos, como esterco de animais, vermicomposto, compostos fermentados e biofertilizantes com cobertura de palha. Além de promover a formação e a estruturação da microflora do solo, a adubação orgânica é considerada uma das melhores alternativas para a oferta de nitrogênio, especialmente no manejo convencional, devido à mínima perda de nutrientes. Essa abordagem também favorece o desenvolvimento das raízes das plantas (Silva; Simioni; Lucena, 2013; Júnior *et al*., 2017).

3. Considerações Finais

A revisão realizada enfatizou a importância do solo como recurso essencial para a produção agrícola e para funções ecológicas indispensáveis. Foram abordadas práticas de manejo, fertilidade do solo e o uso de fertilizantes e corretivos de acidez, destacando o papel central da calagem, gessagem e fertilização no aumento da produtividade agrícola e na sustentabilidade dos sistemas de cultivo.

Portanto, verificou-se que, apesar dos avanços tecnológicos e do acesso a conhecimentos técnicos que têm contribuído para melhorar a fertilidade do solo, práticas inadequadas de manejo continuam sendo um desafio significativo, especialmente em solos tropicais, caracterizados por elevada acidez e baixa

fertilidade. Nesse contexto, a integração de técnicas modernas com práticas tradicionais destaca-se como uma abordagem indispensável para alinhar a produtividade agrícola à preservação ambiental.

Além disso, a falta de conhecimento técnico entre muitos agricultores e a necessidade de adaptação das práticas às condições locais reforçam a urgência de ações voltadas à capacitação e à conscientização. Por último, é fundamental adotar práticas agrícolas mais sustentáveis, capazes de reduzir os impactos ambientais do uso excessivo ou inadequado de fertilizantes, promovendo uma agricultura mais equilibrada e responsável.

Com base nos resultados apresentados, recomenda-se que futuras pesquisas considerem enfoques mais integrados, envolvendo não apenas análises químicas e técnicas, mas também aspectos sociais e econômicos. Além disso, o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a capacitação de produtores e a disseminação de tecnologias adaptadas às realidades locais se mostra essencial.

Referências

ABRACAL – Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola. **Estatísticas**. 2023. Disponível em: https://abracal.com.br/site/estatisticas. Acesso em: 04 jan. 2025.

ALMEIDA, R. A. et.al. Conservação do solo e água no brasil: no contexto agrícola e ambiental. **Revista Vozes dos Vales**, v. 8, n.16, p.1-15, 2019.

ALVES, R. E. A relação entre agricultura, degradação do solo e tempestades de areia. **Revista Ayika**, v. 1, n. 1, p. 50-66, 2021.

AMARIO, L. M; MACHADO, L. M. Da vazante para a roça de toco: os conflitos de UHE de Estreito (MA) na Comunidade Ribeirinha do Acampamento Coragem. **Das Amazônias**, v. 6, n. 01, p. 213-233, 2023.

AMORIM, I. D. J. F. **Corretivos e correção do solo para pastagens no norte de**

Minas Gerais. 2017. 58 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2017.

ANACLETO, A.; CABRAL, A. C. F. B.; FRANCO, L. S. **Manual de horticultura orgânica:** do produtor ao consumidor. Paranaguá: UNESPAR, 2017.

ARANTES, S. A. D. C. M.; ARANTES, K.; LAVORENTI, A. Calagem na retenção de glyphosate em solos de texturas distintas. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 21, n. 1, p. 8-16, 2023.

ASCARI, J. P.; MENDES, I. R. N. Desenvolvimento agronômico e produtivo da soja sob diferentes doses de gesso agrícola. **Revista Agrogeoambiental**, v. 9, n. 4, 2017.

BARTZEN, B. T. **Atributos químicos e físicos do solo após a aplicação de doses de gesso agrícola e o rendimento do trigo e soja em sucessão**. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2020.

BISERRA, T. T. *et al*. Utilização de biofertilizante e adubação química em capim-piatã (*Brachiaria brizantha*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 333-341, 2017.

BONA, F. D.; MORI, C.; WIETHÖLTER, S. Manejo nutricional da cultura do trigo. **Informações Agronômicas**, n. 154, p. 1-16, 2016.

BORCHARD, N. *et al*. Application of biochars to sandy and silty soil failed to increase maize yield under common agricultural practice. **Soil and Tillage Research**, v. 144, p. 184-194, 2014.

BORGES, A. L.; CORDEIRO, Z. J. M.; ZILTON, J. M. C. **Sistema Orgânico de Produção de Manga para a Região da Chapada Diamantina, Bahia**. Bahia:

Embrapa, 2020.

BOZEK, K. S.; WINNICKI, T.; ZUK-GOLASZEWSKA, K. The effects of seeding rate, mineral fertilization and a growth regulator on the economic and energy efficiency of durum wheat production. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 18, n. 3, 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRABALHADORES NA AGRICULTURA. **Anuário Estatístico da Agricultura Familiar, Brasília, julho de 2023**. Disponível em: https://ww2.contag.org.br/documentos/pdf/17916-696048-anua%CC%81rio-agricultura-2023-web-revisado.pdf. Acesso em: 11 de jan. de 2025.

COSTA, E.; SILVA, H.; RIBEIRO, P. R. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.

COSTA, M. J. D. *et al*. Atributos químicos e físicos de um Latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e efeito da gessagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, p. 701-708, 2007.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, n. 24, p. 97-138, 2006.

DRUGOWICH, M. I. **Boas Práticas em Conservação do Solo e da Água**. Campinas: Graça D'Auria, 2014.

DUART, V. M. **Calagem e uso de gesso agrícola na produção de arroz irrigado**. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.

DUART, V. M. **Calagem e uso de gesso agrícola na produção de arroz**

irrigado. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.

FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 36, p. 1419-1424, 2001.

FERREIRA, F. M. C.; SOUSA, P. H. L. D.; SILVA, G. S. F. Desenvolvimento sustentável e agroecologia na percepção dos estudantes de ensino médio do cap–coluni. **Sobre Tudo**, v. 14, n. 1, p. 270-297, 2023.

FINATTO, J. *et al*. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. Revista destaques acadêmicos, v. 5, n. 4, 2013.

GATIBONI, L. C.; SILVA, L. S. D.; ANGHINONI, I. Diagnóstico da fertilidade do solo e recomendação da adubação. In: SILVA, Leandro Souza *et al*. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. RS/SC: SBCS, 2016, 2016.p.89-134.

HASLER, K. *et al*. Drivers for the adoption of different eco-innovation types in the fertilizer sector: A review. **Sustainability**, v. 9, n. 12, p. 2216, 2017.

HIGASHIKAWA, F. S.; JÚNIOR, F. O. G. D. M. Adubação mineral, orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós-colheita da cebola e na fertilidade do solo. **Scientia agraria**, v. 18, n. 2, p. 1-10, 2017.

JABBOROVA, D. *et al*. Impact of mineral fertilizers on mineral nutrients in the ginger rhizome and on soil enzymes activities and soil properties. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 9, p. 5268-5274, 2021.

JÚNIOR, A. R. A. **Utilização de compostos orgânicos associados a adubação mineral e extrato de algas no meloeiro**. 2021. 55 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró,

2021.

JÚNIOR, M. R. R. *et al*. Desenvolvimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidas a diferentes tipos de adubação (Química e Orgânica). **Revista Unimar Ciências**, v. 24, n. 1-2, 2017.

LEBAUER, D. S.; TRESEDER, K. K. Nitrogen limitation of net primary productivity in terrestrial ecosystems is globally distributed. **Ecology**, v. 89, n. 2, p. 371-379, 2008.

MACHADO, R. C. **Desenvolvimento de metodologia analítica para a determinação de arsênio em fertilizantes minerais**. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

MARQUES, H. *et al*. Efeito da aplicação de diferentes doses de gesso agrícola em lavouras cafeeiras cultivadas no Município de Paraguaçu-MG. **Revista da UI_IPSantarém**, p. 14-14, 2016.

MELO, R. F. D. *et al*. Uso e manejo do solo. *In*: VOLTOLINI, T. V. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília – DF: Embrapa, 2019.p.395-444.

MENEZES, K. C.; PUIA, J. D.; MACHADO, A. H. R. A importância da elasticidade da matéria orgânica e de sua atuação na estabilidade dos agregados para o controle da compactação do solo. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1349-1356, 2020.

NETO, A. J. A. **Qualidade do solo e produtividade da soja após gessagem e cultivos de plantas de cobertura**. 2021. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021.

PIWOWAR, A. Consumption of mineral fertilizers in the polish agriculture–trends

and directions of changes. **Agricultural Research**, v. 11, n. 3, p. 477-487, 2022.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo:** A agricultura em regiões tropicais. 1 ed. São Paulo: Editora Nobel, 2017.

RAMOS, L. A. *et al*. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 849-857, 2006.

RIBEIRO, J. C.; ANJOS, L. H. C. D.; PEREIRA, M. G. Aptidão e capacidade de uso das terras do Vale do Paraíba Paulista para o cultivo de *Tectona grandis*. L. **Agrarian**, v. 12, n. 44, p. 182-195, 2019.

RIBEIRO, J. C.; ANJOS, L. H. C. D.; PEREIRA, M. G. Aptidão e capacidade de uso das terras do Vale do Paraíba Paulista para o cultivo de *Tectona grandis* L. **Agrarian**, v. 12, n. 44, p. 182-195, 2019.

ROBERTSON, G. P.; VITOUSEK, P. M. Nitrogen in agriculture: balancing the cost of an essential resource. **Annual review of environment and resources**, v. 34, p. 97-125, 2009.

SERATO, D. S. **Análise da fertilidade dos solos no município de Monte Carmelo – MG**. 2017. 62 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

SILVA, A. A.; SIMIONI, G. F.; LUCENA, A. Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim Brachiaria brizantha cv. marandu em Parecis/Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, 2013.

SILVA, J. C. R. **Correção da acidez no perfil do solo para implantação de culturas anuais**. 2021. 76 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.

SILVA, M. H. M. *et al*. Qualidade estrutural do solo em função do manejo em sistema integrado de produção agropecuária. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 99-104, 2018.

SILVA, R. G. D. *et al*. Adubação orgânica e química na cultura do trigo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 12, n. 3, p. 54-61, 2019.

SOUSA, D. M. G. D.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez e Correção do Solo. *In*: NOVAIS, R. F.; BARROS, H. V. V. A. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p 205–274.

TRANI, P. E. *et al*. **Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2013.

ZONTA, J. H. *et al*. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 595-602, 2014.