UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
PROGRAMA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES CAMINHOS DO SERTÃO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA

LUIZ FELIPE JORGE SOUSA

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E ESTADO NUTRICIONAL DA BANANEIRA (*MUSA* SPP.): uma abordagem aplicada ao ensino de Ciências e Biologia

Itinga do Maranhão - MA
2026

LUIZ FELIPE JORGE SOUSA

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E ESTADO NUTRICIONAL DA BANANEIRA (*MUSA* SPP.): uma abordagem aplicada ao ensino de Ciências e Biologia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas Licenciatura, do Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, como requisito para obtenção de título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Ivaneide de Oliveira Nascimento

Itinga do Maranhão - MA
2026

Ficha Catalográfica

S725a

Sousa, Luiz Felipe Jorge

Atributos químicos do solo e estado nutricional da bananeira (MUSA SPP.): uma abordagem aplicada ao ensino de ciências e biologia. / Luiz Felipe Jorge Sousa. – Itinga do Maranhão, MA, 2026.

28 f. ;il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2026.

1. Nutrição mineral. 2. Bananeira. 3. Ensino de ciências. I. Título.

CDU 57

Ficha elaborada pela Bibliotecária: **Clemilda Izaias Santos CRB – 13/626**

LUIZ FELIPE JORGE SOUSA

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E ESTADO NUTRICIONAL DA BANANEIRA (*MUSA* SPP.): uma abordagem aplicada ao ensino de Ciências e Biologia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas Licenciatura, do Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, como requisito para obtenção de título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Ivaneide de Oliveira Nascimento

APROVADO EM: 09 / 06 /2026

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br IVANEIDE DE OLIVEIRA NASCIMENTO
Data: 24/06/2026 19:11:58-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dra. Ivaneide de Oliveira Nascimento

Doutora em Agroecologia

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Documento assinado digitalmente
gov.br THATYANE PEREIRA DE SOUSA
Data: 25/06/2026 18:35:49-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dra. Thatyane Pereira de Sousa

Doutora em Agronomia

Universidade Estadual da Região Tocantina Do Maranhão

Documento assinado digitalmente
gov.br JEOVANIA OLIVEIRA LIMA
Data: 24/06/2026 21:24:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Me. Jeovania de Oliveira Lima

Mestre em Agricultura e meio Ambiente

Universidade Estadual da Região Tocantina Do Maranhão

Dedico este trabalho à memória da minha irmã, cuja ausência deixa saudades, mas o amor e as lembranças seguem presentes em cada conquista da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e sabedoria concedidas ao longo desta caminhada acadêmica. À minha esposa, Tatianne, pelo amor, paciência e apoio incondicional em todos os momentos.

Ao meu pai, Aloizo, e à minha mãe, Antonia, pela dedicação, pelos ensinamentos e pelo incentivo constante, fundamentais para minha formação pessoal e profissional.

Aos meus filhos, Helena e Luís Henrique, que são minha maior inspiração e motivo de perseverança.

À Prof.ª Ivaneide, pela orientação firme, pelas valiosas contribuições e por ter marcado significativamente minha trajetória acadêmica.

Aos professores e colegas que compartilharam conhecimentos e experiências ao longo desta jornada. À UEMASUL, pelo suporte e pela oportunidade de crescimento acadêmico.

Por fim, a todos que, de alguma forma, estiveram presentes e contribuíram para a realização deste trabalho, deixo aqui minha sincera gratidão.

RESUMO

A nutrição mineral das plantas está diretamente relacionada às características químicas do solo, influenciando o crescimento e o desenvolvimento das culturas agrícolas. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os atributos químicos do solo e o estado nutricional da bananeira (*Musa* spp.) cultivada sob sistema de microaspersão associado à fertirrigação, em uma propriedade localizada no município de Itinga do Maranhão – MA. A pesquisa caracterizou-se como quantitativa, de natureza descritiva, conduzida na forma de estudo de caso, com coleta de amostras de solo em diferentes profundidades e análise foliar em plantas em fase produtiva. As análises laboratoriais permitiram determinar os principais atributos químicos do solo, bem como os teores de macro e micronutrientes nas folhas. Os resultados indicaram que os solos apresentaram condições químicas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, com pH levemente ácido, teores adequados de bases e baixa presença de alumínio. A Unidade 02 destacou-se por apresentar maiores valores de matéria orgânica e de nutrientes como potássio, cálcio e magnésio. A análise foliar evidenciou equilíbrio nutricional entre as unidades, com destaque para o potássio. A relação entre solo e planta demonstrou eficiência na absorção dos nutrientes disponíveis. Além disso, os resultados apresentam potencial para aplicação no ensino de Ciências e Biologia, contribuindo para a contextualização dos conteúdos. Conclui-se que as condições químicas do solo e o manejo via fertirrigação foram adequados para o desenvolvimento da bananeira, ao mesmo tempo em que os dados obtidos podem ser utilizados como ferramenta didática no ensino.

Palavras-chave: nutrição mineral; bananeira; ensino de Ciências.

ABSTRACT

Plant mineral nutrition is directly related to the chemical properties of the soil, influencing the growth and development of agricultural crops. In this context, the present study aimed to evaluate the chemical attributes of the soil and the nutritional status of banana (Musa spp.) cultivated under a microsprinkler irrigation system associated with fertigation, in a property located in the municipality of Itinga do Maranhão, MA, Brazil. The research was characterized as quantitative and descriptive, conducted as a case study, involving soil sampling at different depths and leaf analysis of plants at the productive stage. Laboratory analyses allowed the determination of the main soil chemical attributes, as well as the macro- and micronutrient contents in the leaves. The results indicated that the soils presented favorable chemical conditions for crop development, with slightly acidic pH, adequate base levels, and low aluminum content. Unit 02 stood out for presenting higher values of organic matter and nutrients such as potassium, calcium, and magnesium. Leaf analysis revealed a balanced nutritional status between the units, with emphasis on potassium. The relationship between soil and plant demonstrated efficient nutrient uptake. In addition, the results show potential for application in Science and Biology teaching, contributing to the contextualization of educational content. It is concluded that the soil chemical conditions and fertigation management were adequate for banana development, and the data obtained can also be used as a didactic tool in teaching.

Keywords: mineral nutrition; banana; Science teaching.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10

2 METODOLOGIA 14

2.1 TIPO DE PESQUISA 14

2.2 ÁREA DE ESTUDO 14

2.3 COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO 14

2.4 COLETA DE AMOSTRAS FOLIARES 15

2.5 ANÁLISES LABORATORIAIS 16

2.6 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS 17

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 18

3.1 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO 18

3.2 MACRONUTRIENTES FOLIARES 19

3.3 TEORES FOLIARES DE MICRONUTRIENTES 21

3.4 RELAÇÃO ENTRE SOLO E NUTRIÇÃO DA BANANEIRA 23

3.5 APLICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO 25

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 26

REFERÊNCIAS 27

1 INTRODUÇÃO

A nutrição mineral constitui um dos pilares fundamentais do desenvolvimento vegetal, sustentando processos fisiológicos essenciais como fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e formação estrutural dos tecidos. Os nutrientes minerais desempenham funções específicas no metabolismo celular, atuando como constituintes de moléculas orgânicas, ativadores enzimáticos e reguladores osmóticos (Epstein; Bloom, 2005). Dessa forma, a adequada disponibilidade desses elementos no solo é determinante para a manutenção do equilíbrio fisiológico das plantas e para a expressão de seu potencial produtivo.

A absorção radicular de nutrientes é diretamente influenciada pelas características químicas do solo, especialmente pH, capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases e teores de macro e micronutrientes. Alterações nesses parâmetros modificam a solubilidade e mobilidade dos íons na solução do solo, afetando a eficiência de absorção pelas raízes (Brady; Weil, 2013). Nesse sentido, a avaliação dos atributos químicos do solo constitui ferramenta essencial para compreender a dinâmica nutricional das culturas agrícolas e sua relação com os processos fisiológicos vegetais.

Além disso, o manejo nutricional exerce influência direta sobre os atributos químicos do solo, podendo modificar a disponibilidade de nutrientes e impactar o desenvolvimento da cultura (Teixeira *et al*., 2025). Nesse contexto, o conhecimento da fertilidade do solo é fundamental para o planejamento da adubação e para o uso eficiente de insumos agrícolas, sendo determinante para a produtividade da bananeira (Costa *et al*., 2025).

A bananeira (*Musa* spp.) apresenta elevado crescimento vegetativo e expressiva exigência nutricional, demandando suprimento contínuo de nutrientes para sustentar a emissão foliar, o desenvolvimento do pseudocaule e a formação do cacho. Elementos como nitrogênio e potássio exercem papel central na síntese proteica, ativação enzimática e regulação osmótica celular, enquanto cálcio e magnésio estão associados à integridade estrutural das paredes celulares e à constituição da molécula de clorofila (Taiz *et al*., 2017). Assim, a eficiência do suprimento nutricional está diretamente relacionada às condições químicas do solo e ao manejo adotado no sistema produtivo.

Estudos conduzidos em sistemas irrigados com bananeira demonstram que a fertilidade do solo influencia significativamente a nutrição mineral das plantas e seu desenvolvimento fisiológico ao longo do tempo, evidenciando a importância do monitoramento contínuo dos atributos químicos (Fernandes *et al*., 2008). De maneira complementar, pesquisas recentes apontam que variações nos atributos químicos do solo em áreas de produção de banana podem

refletir diretamente na disponibilidade de nutrientes essenciais e no equilíbrio nutricional da cultura (Santos *et al*., 2021).

Adicionalmente, a disponibilidade hídrica constitui fator essencial para o desenvolvimento da bananeira, uma vez que o manejo adequado da irrigação influencia diretamente o crescimento, a produtividade e os processos fisiológicos da cultura (Silva, 2023).

Nesse contexto, em sistemas de irrigação localizada, como a microaspersão associada à fertirrigação, observa-se maior controle na aplicação de água e nutrientes, favorecendo a uniformidade na zona radicular. Além disso, a microaspersão promove maior eficiência na distribuição de água na zona radicular, favorecendo o desenvolvimento das plantas e o melhor aproveitamento hídrico (Ferreira *et al*., 2025).

Entretanto, a aplicação contínua de fertilizantes via água pode promover alterações na dinâmica química do solo, influenciando a mobilidade de íons e a eficiência de absorção pelas raízes (FAO, 2018). Dessa forma, a fertirrigação se apresenta como uma estratégia que integra o manejo hídrico e nutricional, contribuindo para maior eficiência na utilização de recursos e para o equilíbrio químico do solo.

No cenário brasileiro, a cultura da banana apresenta ampla relevância socioeconômica, estando presente em diferentes regiões e adaptando-se a diversas condições edafoclimáticas. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, a bananicultura ocupa posição de destaque na fruticultura nacional, contribuindo significativamente para a geração de renda e segurança alimentar (EMBRAPA, s.d.). Em especial, em estados de clima tropical, como o Maranhão, a atividade assume papel importante no contexto regional, reforçando a necessidade de estudos que avaliem a qualidade do solo e o estado nutricional da cultura.

No contexto regional, o município de Itinga do Maranhão apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento de atividades agrícolas, destacando-se pela presença de propriedades que utilizam tecnologias de irrigação e manejo nutricional para o cultivo de frutíferas. Entre essas culturas, a bananeira assume importância econômica por contribuir para a geração de renda e para o fortalecimento da produção agrícola local. Entretanto, devido à elevada exigência nutricional da cultura, limitações relacionadas à fertilidade do solo ou ao desequilíbrio na disponibilidade de nutrientes podem comprometer o crescimento das plantas, a produtividade e a qualidade dos frutos. Nesse sentido, o monitoramento dos atributos químicos do solo e do estado nutricional da bananeira torna-se fundamental para subsidiar práticas de manejo mais eficientes e adequadas às condições da região.

Sob essa perspectiva, a análise integrada entre atributos químicos do solo e teores foliares constitui abordagem consolidada para diagnóstico nutricional, permitindo identificar

deficiências ou excessos de nutrientes e compreender os mecanismos envolvidos na interação solo–planta (Epstein; Bloom, 2005). Assim, essa perspectiva favorece uma interpretação fisiológica dos dados, ampliando o entendimento sobre a absorção, translocação e utilização de nutrientes pela cultura.

Além da relevância científica, esta pesquisa apresenta potencial para contribuir com o Ensino de Ciências e Biologia ao utilizar uma realidade agrícola regional como instrumento de aprendizagem. Os resultados obtidos permitem contextualizar conteúdos relacionados à Nutrição Mineral Vegetal, Fisiologia Vegetal, Fertilidade do Solo, Ciclagem de Nutrientes e interação solo–planta, aproximando os conceitos teóricos de situações concretas observadas no cotidiano dos estudantes.

A utilização de dados provenientes de análises de solo e tecido vegetal favorece o desenvolvimento da alfabetização científica, estimulando habilidades relacionadas à interpretação de tabelas e gráficos, análise de evidências e construção de argumentos fundamentados em dados científicos. A pesquisa também possibilita abordagens interdisciplinares, integrando conhecimentos de Biologia, Química, Matemática e Geografia.

Nesse contexto, o estudo amplia sua contribuição para além da produção agrícola, constituindo-se como um recurso didático capaz de promover uma aprendizagem significativa, crítica e contextualizada, fortalecendo a relação entre o conhecimento científico, a realidade regional e a formação dos estudantes.

Os resultados desta pesquisa também apresentam potencial para contribuir com os produtores da região, ao fornecer informações sobre a relação entre os atributos químicos do solo e o estado nutricional da bananeira. Esse conhecimento pode auxiliar no planejamento da adubação, no monitoramento da fertilidade do solo e na adoção de estratégias de manejo mais eficientes, favorecendo o uso racional dos insumos agrícolas e contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas produtivos locais.

Embora existam estudos sobre fertilidade do solo e nutrição da bananeira, ainda são escassas pesquisas realizadas em sistemas fertirrigados sob condições edafoclimáticas do Maranhão. Diante desse cenário, surge o seguinte questionamento: como os atributos químicos do solo influenciam o estado nutricional da bananeira (*Musa* spp.) cultivada sob sistema de microaspersão e fertirrigação?

Por fim, o presente estudo teve como objetivo avaliar os atributos químicos do solo e o estado nutricional da bananeira (*Musa* spp.) cultivada sob sistema de microaspersão e fertirrigação, buscando compreender a interação solo–planta e suas implicações nos processos

fisiológicos relacionados à nutrição mineral, bem como discutir o potencial dos resultados para a contextualização do ensino de Ciências e Biologia.

2 METODOLOGIA

2.1 Tipo de Pesquisa

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa de natureza descritiva, conduzida sob a forma de estudo de caso. A pesquisa descritiva, conforme Lakatos e Marconi (2017), tem como objetivo observar, registrar e analisar fenômenos sem a interferência do pesquisador, permitindo a caracterização detalhada dos atributos em estudo.

Nesse contexto, a abordagem quantitativa foi adotada por possibilitar a mensuração objetiva das variáveis, assegurando maior precisão e confiabilidade dos resultados (Gil, 2019). Além disso, segundo Creswell (2014), esse tipo de abordagem contribui para a análise sistemática dos dados obtidos.

Por fim, o estudo de caso, conforme Yin (2015), mostra-se adequado para a análise aprofundada de fenômenos em seu contexto real, permitindo a integração entre dados laboratoriais e observações de campo.

2.2 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na Fazenda AGROBAN Caju Fruticultura Ltda., localizada na zona rural do município de Itinga do Maranhão – MA. A região apresenta clima tropical, caracterizado por estação chuvosa predominante no primeiro semestre do ano e período de menor precipitação no segundo semestre (INMET, 2021; CLIMATEMPO, 2026; ALVARES et al., 2013).

A área encontra-se cultivada com bananeira (Musa spp.) sob sistema de irrigação por microaspersão associada à fertirrigação, técnica que permite a aplicação localizada de água e nutrientes na zona radicular das plantas. No período de realização da pesquisa, o bananal possuía aproximadamente um ano de implantação, sendo cultivadas as variedades Prata e Nanica.

Foram avaliadas duas unidades produtivas da propriedade, denominadas Unidade 01 e Unidade 02, ambas em fase produtiva da cultura.

A área apresentava histórico recente de uso distinto entre as unidades avaliadas. Antes da implantação da cultura da bananeira, a Unidade 01 era utilizada para o cultivo de milho, enquanto a Unidade 02 era destinada à pastagem. Essas diferenças de uso anterior podem influenciar as características químicas do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

2.3 Coleta de Amostras de Solo

Foram avaliadas amostras de solo provenientes das duas unidades produtivas da Fazenda AGROBAN. Em cada unidade foram selecionados oito talhões representativos da área cultivada com bananeira.

A amostragem de solo foi realizada conforme o procedimento operacional adotado pela propriedade, sendo composta pela coleta de 20 subamostras por área amostrada. As subamostras foram coletadas em pontos representativos dos talhões, considerando a posição entre a planta e o micro aspersor, formando um triângulo entre o ponto de coleta, a planta e o emissor de irrigação. Foram evitados locais próximos a aplicações de fertilizantes, bordaduras, formigueiros e cursos d'água.

As coletas foram realizadas em duas profundidades:

• 0–20 cm;

• 20–40 cm.

Na Unidade 01 foram avaliados os talhões T01 a T08, totalizando 16 amostras de solo. Na Unidade 02 também foram avaliados oito talhões, totalizando igualmente 16 amostras de solo.

As amostras foram acondicionadas em recipientes apropriados, identificadas e encaminhadas ao laboratório para realização das análises químicas. Conforme registro dos laudos laboratoriais, as amostras de solo apresentaram data de entrada no laboratório em 03 de julho de 2025.

2.4 Coleta de Amostras Foliares

Para avaliação do estado nutricional da cultura foram coletadas amostras de tecido vegetal da bananeira nas duas unidades produtivas avaliadas.

As amostras foliares foram coletadas na terceira folha completamente expandida (+3), contada a partir do ápice da planta, conforme metodologia padrão para a cultura da bananeira. Foram retirados segmentos da porção mediana da lâmina foliar, descartando-se a nervura central. A coleta foi realizada em plantas representativas da área, selecionadas de forma aleatória, evitando bordaduras e indivíduos com sintomas visuais de deficiência nutricional ou danos fitossanitários, seguindo recomendações técnicas para diagnóstico nutricional da cultura (Borges; Souza, 2004).

Em cada unidade foram coletadas cinco amostras foliares, identificadas conforme os talhões avaliados: T01, T06, T07, T08 e T09.

No total, foram analisadas dez amostras foliares, sendo cinco provenientes da Unidade 01 e cinco da Unidade 02.

As amostras foram devidamente identificadas e encaminhadas ao laboratório, apresentando data de entrada registrada em 02 de julho de 2025, conforme os laudos laboratoriais.

2.5 Análises Laboratoriais

As análises foram realizadas pelo Laboratório Labominas – A. P. Lomeu, especializado em fertilidade do solo e análise de tecido vegetal.

Para as amostras de solo, foram determinados os seguintes atributos químicos:

- pH em água (1:2,5)
- Matéria orgânica
- Fósforo (P) e Potássio (K) extraídos por Mehlich-1
- Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Alumínio (Al) extraídos com solução de KCl 1 mol L^{-1}
- Hidrogênio + Alumínio (H+Al)
- Soma de bases (SB)
- Capacidade de troca catiônica (CTC)
- Saturação por bases (V%)
- Micronutrientes (B, Zn, Mn, Cu e Fe)

Para as amostras de **tecido vegetal**, foram determinados os seguintes nutrientes:

- **Macronutrientes (g kg^{-1})**
- Nitrogênio (N)
- Fósforo (P)
- Potássio (K)
- Cálcio (Ca)
- Magnésio (Mg)
- Enxofre (S)

- **Micronutrientes (mg kg^{-1})**
- Boro (B)
- Zinco (Zn)
- Manganês (Mn)
- Ferro (Fe)
- Cobre (Cu)

Também foram avaliadas relações nutricionais entre nutrientes, como N/K, N/Ca, K/Mg e Ca/Mg, utilizadas como indicadores de equilíbrio nutricional das plantas.

2.6 Tratamento e Análise dos Dados

Os dados obtidos nas análises laboratoriais foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à estatística descritiva, utilizando o cálculo de médias para cada unidade produtiva.

Posteriormente, foram realizadas comparações descritivas entre as unidades avaliadas e entre as profundidades de solo, permitindo identificar variações nos atributos químicos do solo e nos teores nutricionais foliares da cultura.

Não foram aplicados testes estatísticos inferenciais, como Teste t ou ANOVA, pois o objetivo do estudo foi realizar uma análise descritiva e comparativa dos dados obtidos nas unidades produtivas avaliadas.

Os resultados foram apresentados por meio de tabelas e gráficos, permitindo melhor visualização e interpretação dos dados, conforme apresentado na seção de Resultados e Discussão.

Os valores apresentados foram obtidos por meio do cálculo da média aritmética dos dados laboratoriais, considerando as amostras coletadas em cada unidade e profundidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Atributos químicos do solo

Os valores médios dos principais atributos químicos do solo das unidades avaliadas encontram-se apresentados na Tabela 1, permitindo compreender as condições de fertilidade das áreas cultivadas com bananeira.

Tabela 1 – Atributos químicos médios do solo nas unidades avaliadas.

LOCAL	pH	MO	P	K	Ca	Mg	CTC	V
UNIDADE 1	6,4	1,4	8,0	35	2,2	0,5	3,8	71
UNIDADE 2	5,8	2,0	8,7	66	2,9	1,1	5,9	64

Fonte: Dados da pesquisa (2025).
Nota: MO (dag/dm³); P e K (mg/dm³); Ca, Mg e CTC (cmolc/dm³); V (%).

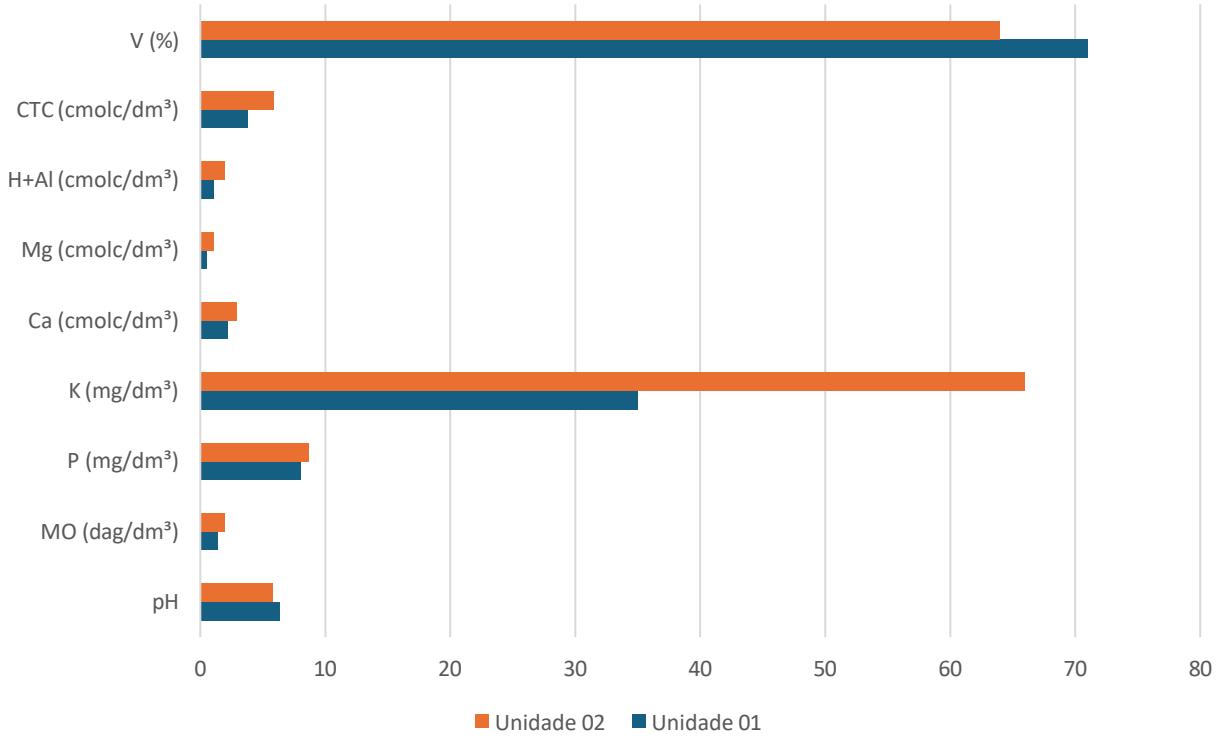
De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, os valores de pH observados nas unidades avaliadas situam-se na faixa levemente ácida, condição que favorece a disponibilidade da maioria dos nutrientes no solo e contribui para o desenvolvimento das plantas.

A matéria orgânica apresentou teores baixos a médios, característica comum de solos tropicais, podendo influenciar a retenção de nutrientes e a atividade biológica do solo.

Em relação aos nutrientes, observa-se que a Unidade 02 apresentou maiores valores de potássio, cálcio, magnésio e capacidade de troca catiônica, indicando maior disponibilidade e retenção de nutrientes no solo. Por outro lado, a Unidade 01 apresentou maior saturação por bases, indicando condições favoráveis de fertilidade.

A comparação entre os principais atributos químicos do solo pode ser observada na Figura 1, que evidencia as diferenças entre as unidades avaliadas.

Figura 1 – Comparação dos atributos químicos do solo entre as unidades.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A figura 1 evidencia diferenças nos atributos químicos do solo entre as unidades avaliadas, com destaque para os maiores teores de potássio, cálcio, magnésio e CTC na Unidade 02. Esses resultados estão de acordo com o que é descrito por Taiz *et al*. (2017), que destacam a importância desses nutrientes para o funcionamento fisiológico das plantas, especialmente na regulação osmótica e na estabilidade estrutural celular.

Além disso, segundo Brady e Weil (2013), solos com maior capacidade de troca catiônica apresentam maior capacidade de retenção de nutrientes, favorecendo sua disponibilidade para as plantas. Dessa forma, os resultados observados indicam que a Unidade 02 possui maior potencial de fornecimento nutricional, embora a Unidade 01 apresente maior saturação por bases, o que também contribui para a fertilidade do solo.

3.2 Macronutrientes foliares

Os teores médios de macronutrientes nas folhas de bananeira encontram-se apresentados na **Tabela 2**, refletindo a absorção dos nutrientes disponíveis no solo pelas plantas e permitindo avaliar seu estado nutricional.

Tabela 2 – Teores médios de macronutrientes em folhas de bananeira nas unidades**.**

LOCAL	N (g kg⁻¹)	P (g kg⁻¹)	K (g kg⁻¹)	Ca (g kg⁻¹)	Mg(g kg⁻¹)	S (g kg⁻¹)
UNIDADE 1	**30,1**	**1,9**	**20,4**	**8,7**	**4,5**	**2,0**
UNIDADE 2	**29,2**	**1,8**	**18,9**	**7,4**	**3,9**	**1,9**

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os resultados indicam valores semelhantes de nitrogênio entre as unidades avaliadas, sugerindo que ambas apresentam suprimento adequado desse nutriente para o desenvolvimento das plantas. O nitrogênio está diretamente relacionado ao crescimento vegetativo e à formação de estruturas celulares.

Os teores de fósforo apresentaram pouca variação entre as unidades, indicando equilíbrio na disponibilidade desse nutriente, que atua nos processos energéticos das células vegetais.

Os teores de potássio (20,4 e 18,9 g kg^{-1}) encontram-se ligeiramente abaixo da faixa considerada adequada para a cultura da bananeira, que varia entre 28 e 35 g kg^{-1} (Teixeira *et al*., 2025; Lahav; Turner, 1983). No entanto, não foram observados sintomas visuais de deficiência nas plantas, nem diferenças expressivas no estado nutricional entre as unidades avaliadas, o que indica que, no momento da avaliação, esse nutriente não se apresentou como fator limitante ao desenvolvimento da cultura.

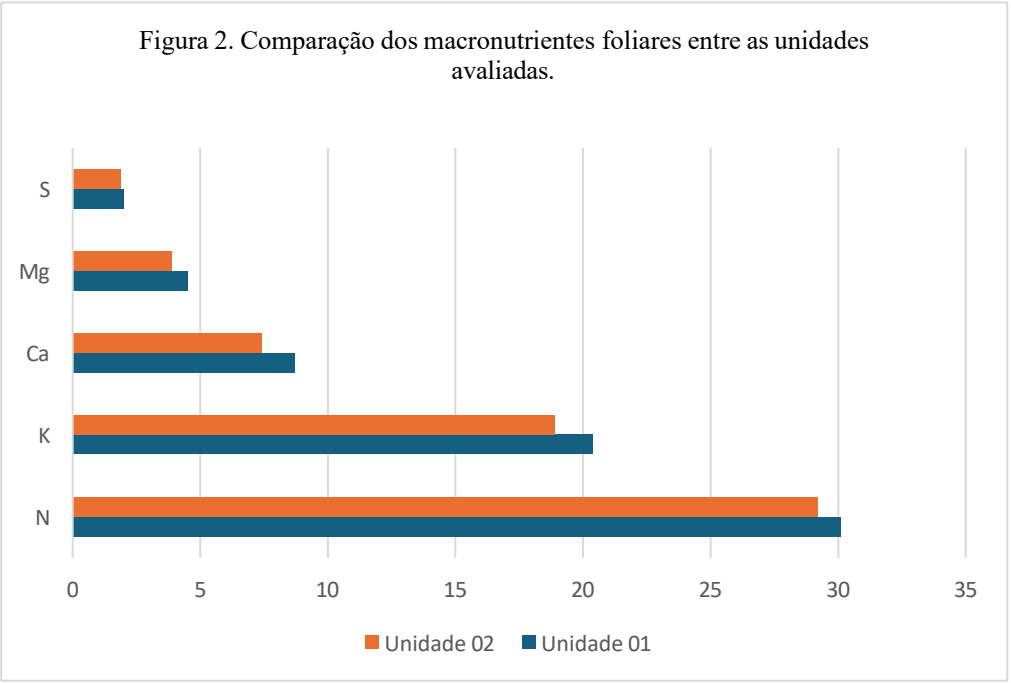
Considerando que o potássio exerce papel fundamental na regulação osmótica e no transporte de assimilados (Taiz *et al*., 2017), sua menor concentração pode indicar a necessidade de monitoramento, especialmente em sistemas fertirrigados.

A menor concentração de potássio nas folhas, especialmente na Unidade 2, pode estar relacionada à dinâmica desse nutriente no solo, uma vez que o potássio apresenta alta mobilidade e pode ser facilmente lixiviado, principalmente em sistemas com irrigação frequente.

Os teores de cálcio e magnésio foram adequados, contribuindo para a estrutura celular e para processos como a fotossíntese.

A distribuição dos macronutrientes foliares pode ser observada na Figura 2, que permite visualizar a comparação entre os nutrientes nas unidades avaliadas.

Figura 2. Comparação dos macronutrientes foliares entre as unidades avaliadas.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Conforme apresentado Figura 2, os teores de macronutrientes foliares apresentam comportamento semelhante entre as unidades, com destaque para os elevados níveis de potássio. Esse resultado está de acordo com a literatura, uma vez que a bananeira é altamente exigente em potássio, sendo esse nutriente fundamental para o transporte de assimilados e desenvolvimento dos frutos (Taiz *et al*., 2017).

De acordo com Teixeira et al. (2025) e Lahav e Turner (1983), os valores ideais para bananeira na fase de frutificação variam entre 28–35 g/kg para N, 1,8–2,5 g/kg para P, 20–35 g/kg para K, 7–12 g/kg para Ca, 3–6 g/kg para Mg e 1,5–3 g/kg para S. Comparando com os resultados obtidos, observa-se que ambas as unidades apresentaram teores adequados de N, P, Ca, Mg e S, enquanto o potássio da Unidade 2 (18,9 g/kg) ficou ligeiramente abaixo da faixa recomendada, indicando maior exigência da cultura por esse nutriente nesta fase (Taiz *et al*., 2017).

A proximidade dos valores entre as unidades sugere que o manejo nutricional adotado tem sido eficiente, garantindo suprimento adequado mesmo diante das diferenças observadas no solo.

3.3 Teores foliares de micronutrientes

Os teores de micronutrientes nas folhas encontram-se apresentados na Tabela 3, evidenciando a disponibilidade desses elementos no metabolismo vegetal.

Tabela 3 – Teores médios de micronutrientes em folhas de bananeira analisadas.

LOCAL	B (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})
UNIDADE 1	18,4	21,1	146	138	7,9
UNIDADE 2	16,2	19,8	152	142	8,0

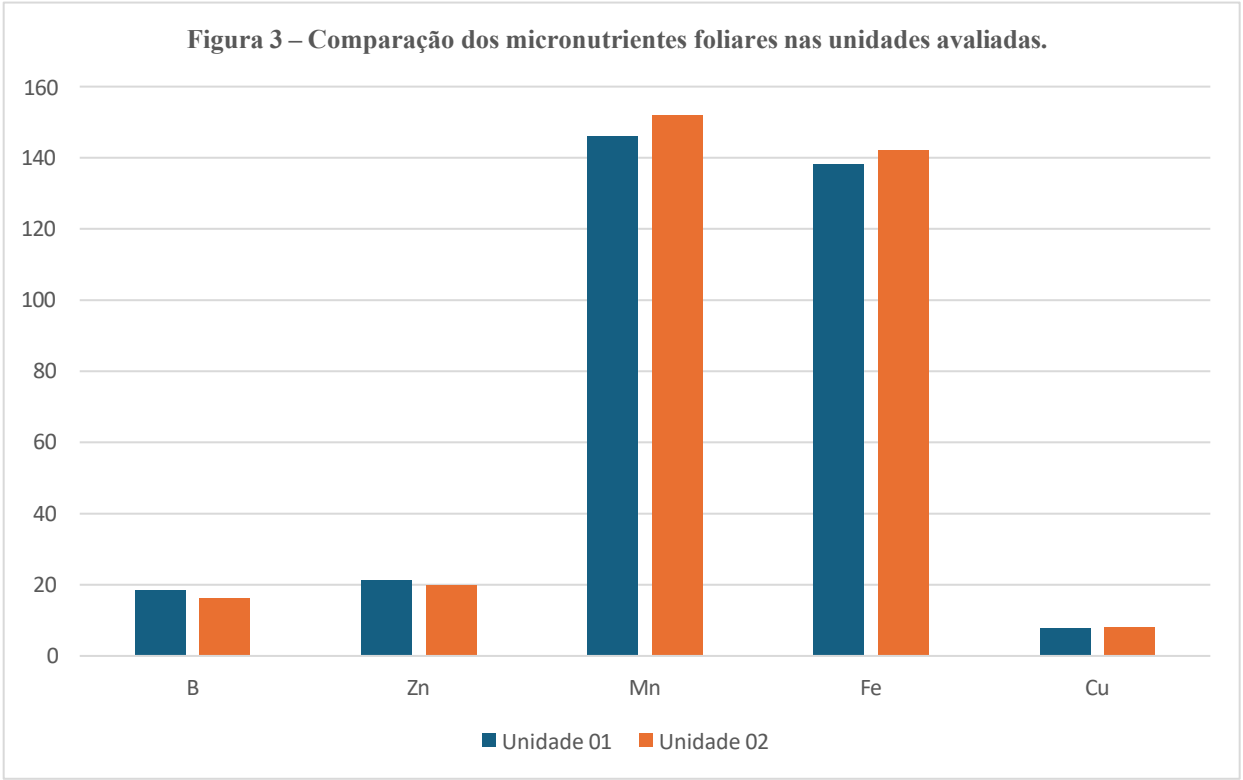
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os micronutrientes apresentaram variações moderadas entre as unidades avaliadas, refletindo diferenças na absorção e disponibilidade desses elementos no sistema solo-planta.

Elementos como ferro e manganês estão relacionados à fotossíntese e à respiração celular, enquanto o boro atua no crescimento celular e o zinco na atividade enzimática.

A comparação entre esses nutrientes pode ser observada na **Figura 3**, que evidencia sua distribuição nas unidades analisadas.

Figura 3 – Comparação dos micronutrientes foliares nas unidades avaliadas.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A Figura 3 demonstra que os micronutrientes apresentam variações moderadas entre as unidades avaliadas. Os teores de ferro e manganês destacam-se por apresentarem valores mais

elevados, o que pode ser explicado pela maior disponibilidade desses elementos em solos com pH levemente ácido, conforme descrito por Brady e Weil (2013).

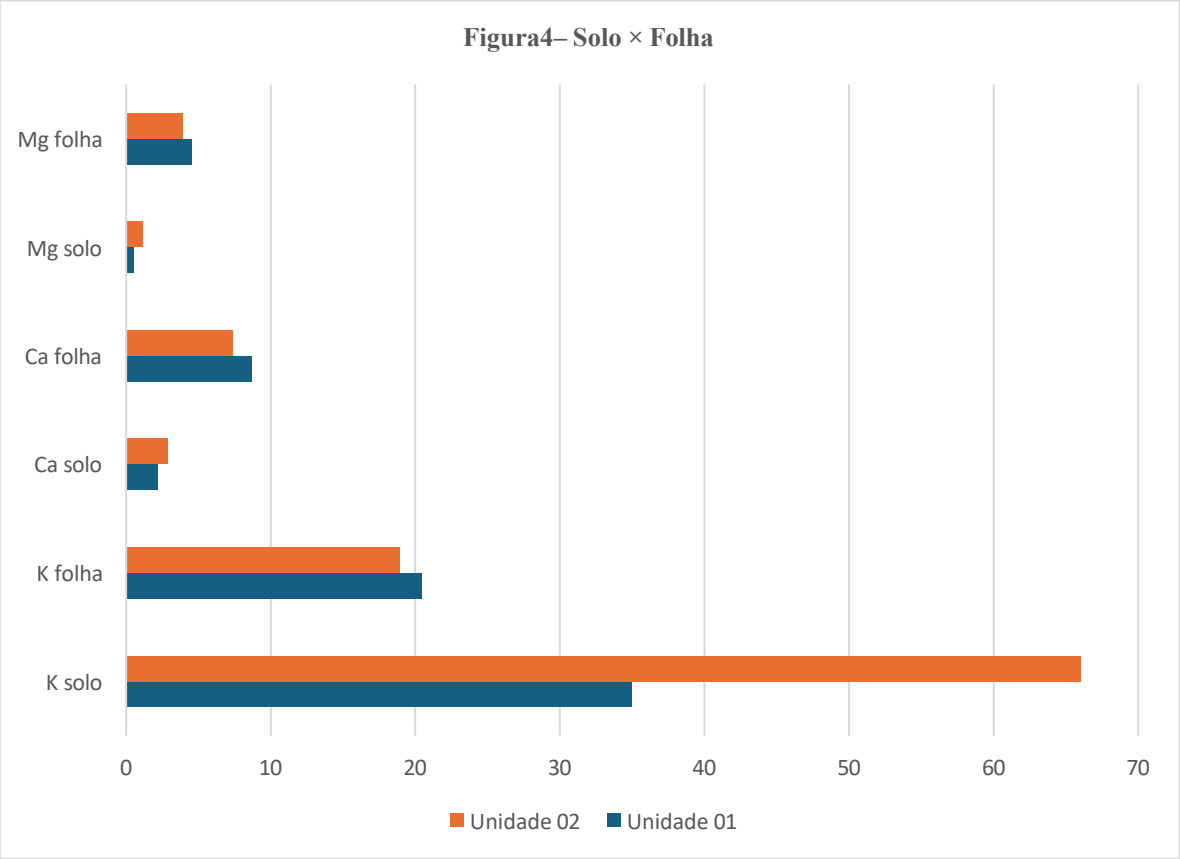
Segundo Lahav (1995) e FAO (2018), os valores ideais de micronutrientes em folhas de bananeira são: B (15–25 mg/kg), Zn (20–30 mg/kg), Mn (100–200 mg/kg), Fe (100–200 mg/kg) e Cu (6–10 mg/kg). Os resultados obtidos encontram-se dentro dessas faixas, com destaque para o zinco da Unidade 2 (19,8 mg/kg), que se apresentou próximo ao limite inferior, enquanto os demais elementos mantiveram-se em níveis adequados, não limitando o desenvolvimento fisiológico da cultura.

De modo geral, os resultados indicam que não há limitações nutricionais significativas relacionadas aos micronutrientes, evidenciando equilíbrio no sistema solo-planta.

3.4 Relação entre solo e nutrição da bananeira

A análise conjunta dos atributos químicos do solo e dos teores foliares permite compreender a dinâmica da nutrição mineral da bananeira. Apesar das diferenças observadas nos atributos do solo, os teores foliares apresentaram valores relativamente semelhantes entre as unidades, indicando que ambas apresentam condições adequadas para o desenvolvimento da Cultura. Essa relação evidencia que a disponibilidade de nutrientes no solo, associada ao manejo adotado, influencia diretamente a absorção pelas plantas, refletindo no estado nutricional observado nas folhas.

A relação entre os nutrientes do solo e os teores foliares pode ser visualizada na Figura **4~~,~~** permitindo compreender a interação entre o solo e a nutrição da cultura.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A relação entre os atributos do solo e os teores foliares, apresentada no Gráfico 4, evidencia que, mesmo com diferenças na fertilidade do solo, as plantas mantêm um estado nutricional equilibrado. Esse comportamento está de acordo com estudos que apontam que sistemas com fertirrigação promovem maior eficiência na absorção de nutrientes, reduzindo a influência das variações do solo (FAO, 2018).

Comparando os resultados obtidos com os valores ideais descritos na literatura (Teixeira et al., 2025; Lahav; Turner, 1983; FAO, 2018), observa-se que os teores foliares de N, P, Ca, Mg, S e micronutrientes encontram-se dentro das faixas recomendadas para bananeira em fase de frutificação. O potássio da Unidade 2 apresentou valor ligeiramente inferior ao ideal, o que reforça a elevada exigência da cultura por esse nutriente (Taiz *et al*., 2017). Ainda assim, o manejo adotado garantiu equilíbrio nutricional, confirmando que práticas como a fertirrigação contribuem para maior eficiência na absorção de nutrientes, reduzindo a influência das variações do solo (FAO, 2018).

Dessa forma, os resultados reforçam a importância do manejo adequado na manutenção do equilíbrio nutricional da bananeira.

3.5 Aplicação como estratégia de ensino

Além da análise dos aspectos relacionados à produção vegetal, os resultados obtidos apresentam grande potencial para aplicação no ensino de Ciências e Biologia, especialmente no contexto da educação básica. As análises realizadas permitem trabalhar conteúdos como nutrição mineral vegetal, absorção e transporte de nutrientes, fisiologia vegetal, fertilidade do solo, ciclos biogeoquímicos, relação solo–planta e influência do pH na disponibilidade de nutrientes, possibilitando a integração entre teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem. Esses temas dialogam com os eixos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente Vida e Evolução, Matéria e Energia e Terra e Universo.

Além dos conteúdos conceituais, a proposta favorece o desenvolvimento de habilidades previstas na BNCC, como observação e investigação de fenômenos naturais, interpretação e análise de dados, construção de argumentos fundamentados em evidências científicas, resolução de problemas e compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. A utilização de dados reais provenientes de uma área agrícola da região favorece a aproximação entre o conhecimento científico e a realidade dos estudantes, contribuindo para uma aprendizagem significativa e para o desenvolvimento do pensamento crítico. Nessa perspectiva, conforme proposto por Freire (1996), a educação deve possibilitar ao estudante compreender sua realidade e atuar de forma reflexiva e transformadora.

Os resultados também podem ser explorados em atividades didáticas envolvendo construção e interpretação de gráficos, análise de tabelas, resolução de problemas e discussão de situações relacionadas à produção agrícola regional. Tais atividades favorecem a alfabetização científica e possibilitam a integração interdisciplinar com áreas como Matemática, Geografia e Química. Dessa forma, o estudo não apenas contribui para a compreensão dos aspectos fisiológicos e nutricionais da bananeira, mas também se apresenta como uma ferramenta pedagógica relevante para o ensino de Ciências e Biologia, promovendo uma formação crítica, interdisciplinar e conectada à realidade local.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo permitiram avaliar os atributos químicos do solo e o estado nutricional da bananeira (*Musa* spp.) cultivada sob sistema de microaspersão e fertirrigação, evidenciando a relação entre a disponibilidade de nutrientes no solo e sua absorção pelas plantas.

De modo geral, os solos das unidades avaliadas apresentaram condições químicas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, com pH na faixa levemente ácida, teores adequados de cálcio e magnésio e níveis satisfatórios de saturação por bases. A Unidade 02 destacou-se por apresentar maiores valores de matéria orgânica e de nutrientes como potássio, cálcio e magnésio, indicando maior capacidade de retenção e disponibilidade de nutrientes.

A análise foliar evidenciou que os teores de macronutrientes e micronutrientes apresentaram valores relativamente semelhantes entre as unidades, indicando que ambas as áreas possuem condições adequadas para o desenvolvimento nutricional da bananeira. O potássio destacou-se como nutriente de maior concentração nas folhas, refletindo a elevada exigência da cultura.

A relação entre os atributos químicos do solo e os teores foliares demonstrou que, apesar das diferenças observadas no solo, as plantas apresentaram equilíbrio nutricional, indicando eficiência na absorção dos nutrientes disponíveis e adequação do manejo adotado.

Sob a perspectiva da Licenciatura em Ciências Biológicas, este estudo evidencia o potencial da utilização de dados reais provenientes de sistemas agrícolas para o ensino de conteúdos relacionados à nutrição mineral de plantas, fisiologia vegetal e ecologia do solo. A contextualização dos conteúdos científicos contribui para aproximar teoria e prática, favorecendo a aprendizagem significativa e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Como recomendação prática, destaca-se a importância do monitoramento contínuo dos atributos químicos do solo e do estado nutricional das plantas, como estratégia para manter a produtividade e o equilíbrio nutricional da cultura da bananeira.

Por fim, sugere-se que estudos futuros considerem a avaliação sazonal dos atributos do solo e dos teores foliares, bem como a inclusão de análises físicas do solo, a fim de ampliar a compreensão da dinâmica solo–planta em sistemas fertirrigados.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CLIMATEMPO. **Clima e previsão do tempo em Itinga do Maranhão (MA)**. São Paulo: Climatempo, 2026. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/5957/itingadomaranhao-ma>. Acesso em: 21 abr. 2026.

COSTA, A. L.; RANGEL, O. J. P.; GALEANO, E. A. V.; FERRARI, J. L.; SOUZA, A. O.; LAZZARINI, A. L. **Diagnóstico da fertilidade do solo em áreas cultivadas com banana do subgrupo Prata na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo.** In: SIMPÓSIO INCAPER PESQUISA, 5., 2025, Vitória. *Anais [...].* Vitória: Incaper, 2025. p. 75–82. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/5227/1/AnaisSIP2025-p75.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2026.

CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Banana: cultivo e manejo.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana>. Acesso em: 3 mar. 2026.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2005.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Fertigation: a tool for efficient fertilizer and water management**. Rome: FAO, 2018.

FERNANDES, L. A. et al. Soil fertility, plant mineral nutrition and productivity of irrigated banana for a ten-year period**.** ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, v. 43, n. 11, p. 1575–1581, 2008. DOI: https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2008.v43.1096. Disponível em: https://apct.sede.embrapa.br/pab/article/view/1096. Acesso em: 3 mar. 2026.

FERREIRA, C. C. B.; AMARAL, M. E. C.; CARVALHO, R. C. P.; SANTOS, F. N. M.; SILVA, V. B.; COSTA, M. A.; ARMIJOS, O. M. H.; BESSA, D. M. O.; COUTINHO, E. K. M. **Análise diagnóstica de suplementação hídrica na produção de bananeira (Musa spp.) por microaspersão**. *1st Congress Seven Multidisciplinary Studies.* Seven Publicações Acadêmicas, 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. *Normais climatológicas do Brasil (1991–2020)*. Brasília: INMET, 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 21 abr. 2026.

LAHAV, E.; TURNER, D. W**. Banana nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1983.

LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. (Ed.). *Banana and plantain.* London: Chapman & Hall, 1995. p. 258–316.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

SANTOS, A. L. P. dos et al. Soil chemical attributes in banana production areas (*Musa spp.*). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, e233101018727, 2021. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18727. Disponível em: https://rsdjournal.org/rsd/article/view/18727. Acesso em: 3 mar. 2026.

SILVA, Albertine Felipe da. **Estratégias de irrigação nas fases fenológicas da bananeira sob adubação potássica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2023. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/bitstream/riufcg/32526/1/ALBERTINE%20FELIPE%20DA%20SILVA-%20TCC%20AGRONOMIA%202023.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2026.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, L. A. J.; NOMURA, E. S.; DAMATTO JUNIOR, E.; FUZITANI, E. J.; VIEIRA, H. B. **Ureia e nitrato de cálcio em bananeira: atributos químicos e distribuição de N no perfil do solo.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2025. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1162789/1/AA-Teixeira.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2026.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.