



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - *CAMPUS IX*

**VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS EM
ÁREA DE CULTIVO DE BANANEIRA NO OESTE DA BAHIA**

LUAN VITAL PIRES

Barreiras - BA
Novembro, 2023

LUAN VITAL PIRES

**VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUIMICOS EM
ÁREA DE CULTIVO DE BANANEIRA NO OESTE DA BAHIA**

Monografia apresentada ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia – UNEB - Campus IX, como requisito parcial para avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Dr. Joaquim Pedro Soares Neto

Coorientador: Dr. Heliab Bomfim Nunes

Barreiras - BA
Novembro, 2023

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Departamento de Ciências Humanas - Campus IX

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUIMICOS EM
ÁREA DE CULTIVO DE BANANEIRA NO OESTE DA BAHIA**

AUTOR: LUAN VITAL PIRES

ORIENTADOR: Dr. JOAQUIM PEDRO SOARES NETO

COORIENTADOR: Dr. HELIAB BOMFIM NUNES

Banca Examinadora:



Orientador: Dr. Joaquim Pedro Soares Neto.
(orientador)



Coorientador: Dr. Heliab Bomfim Nunes.
(coorientador)



Dr. Tadeu Cavalcante Reis



Dr. Ulderico Rios Oliveira

Data de realização 05 / 12 /2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me deu a vida, a saúde e a energia necessária para realizar este trabalho, superando as barreiras do cansaço.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e me incentivaram a estudar. Foram meus primeiros professores e me ensinaram o valor do saber, da perseverança, da força de vontade e de que, para alcançar nossos objetivos, precisamos dar o nosso melhor.

Aos meus professores, que me passaram seus conhecimentos e me deram a sabedoria, não apenas universitária, mas de vida. Eles me ajudaram a desenvolver minhas habilidades e a pensar de forma crítica.

Aos meus companheiros de batalha, os "caras", que sempre estiveram ao meu lado, nos bons e nos maus momentos. Eles me ajudaram a crescer como pessoa e a superar os desafios.

Às minhas companheiras Anne e Ayra, que sempre me incentivaram a ir além dos limites e a me superar.

Ao meu orientador, que me auxiliou na condução desse trabalho, desde o amadurecimento da ideia, até a conclusão.

E, em especial, à minha “quase noiva”, Ana Karoline, que me apoiou incondicionalmente e esteve sempre ao meu lado, nos dias mais difíceis me incentivando e ajudando sempre.

Este trabalho é dedicado a todos vocês, que fizeram parte desta jornada.

Resumo

A bananicultura é uma atividade socioeconômica importante, com a safra de 2023 estimada em cerca de 7.067.815 toneladas, segundo o IBGE. A maioria dos solos cultivados com banana apresenta baixa fertilidade, exigindo a reposição de nutrientes para aumentar a produtividade. O uso de Sistemas de Informações Geográficas e geoestatística permite identificar a variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, auxiliando no planejamento agrícola. A agricultura de precisão, apoiada por softwares e aplicativos, oferece eficiência, redução de desperdícios e sustentabilidade. Este estudo tem como objetivo demonstrar a variabilidade espacial dos atributos químicos em áreas de cultivo de banana no Perímetro irrigado Barreiras Norte, no Oeste da Bahia. O estudo foi realizado em uma área de cultivo de banana no perímetro irrigado Barreiras Norte, Bahia, dedicada à bananicultura. Foram coletadas amostras de solo em 158 pontos georreferenciados para análise química de várias variáveis. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com os pontos coletados como pseudo repetições. Os dados foram analisados usando o software Assistat 7.7 pt e os mapas foram produzidos usando o software QGIS 3.28.7, demonstrando as concentrações das variáveis analisadas. A análise estatística revelou diferenças significativas nas variáveis pH, H+Al e Al³⁺, relacionadas à acidez do solo, entre as linhas molhada e seca de uma área de cultivo de banana. A adubação influenciou a acidificação do solo e os teores de cálcio e fósforo. A linha molhada apresentou maiores teores de fósforo devido à adição de adubo fosfatado. No entanto, não houve diferença estatística nos teores de potássio, apesar da aplicação mensal de KCl. A alta variabilidade dos teores de potássio e a produtividade das bananeiras foram relacionadas à heterogeneidade das plantações. Altos teores de nutrientes nem sempre refletiram em alta produtividade, podendo estar atrelados à ausência de manejo adequado. A aplicação do método de interpolação IDW possibilitou a caracterização espacial da variabilidade dos nutrientes na área de estudo. Foi identificada diferença significativa entre a linha molhada e a linha seca em todas as variáveis, exceto no potássio, cuja caracterização espacial precisa ser melhorada. A linha molhada por receber adubação a lanço e fertirrigação, possui nível de acidificação elevado em relação a linha seca, enquanto o Ca²⁺ e o P, se demonstraram superiores, o K⁺ não obteve diferenciação.

Palavras-chave: Bananicultura; Interpolação; Agricultura de precisão.

Abstract

Banana cultivation is an important socioeconomic activity, with the 2023 harvest estimated at around 7,067,815 tons, according to the IBGE. Most banana-cultivated soils have low fertility, requiring nutrient replenishment to increase productivity. The use of Geographic Information Systems and geostatistics allows identifying the spatial variability of soil chemical attributes, assisting in agricultural planning. Precision agriculture, supported by software and applications, offers efficiency, waste reduction and sustainability. This study aims to demonstrate the spatial variability of chemical attributes in banana cultivation areas in the Barreiras Norte irrigated perimeter, in the West of Bahia. The study was conducted in a banana cultivation area in the Barreiras Norte irrigated perimeter, Bahia, dedicated to banana cultivation. Soil samples were collected at 158 georeferenced points for chemical analysis of several variables. The experimental design used was completely randomized, with the collected points as pseudo repetitions. The data were analyzed using the Assistat 7.7 pt software and the maps were produced using the QGIS 3.28.7 software, demonstrating the concentrations of the analyzed variables. Statistical analysis revealed significant differences in the pH, H+Al and Al³⁺ variables, related to soil acidity, between the wet and dry rows of a banana cultivation area. Fertilization influenced soil acidification and calcium and phosphorus levels. The wet line showed higher phosphorus levels due to the addition of phosphate fertilizer. However, there was no statistical difference in potassium levels, despite the monthly application of KCl. The high variability of potassium levels and banana productivity were related to the heterogeneity of the plantations. High nutrient levels did not always reflect in high productivity, and may be linked to the absence of adequate management. The application of the IDW interpolation method made it possible to characterize the spatial variability of nutrients in the study area. A significant difference was identified between the wet line and the dry line in all variables, except for potassium, whose spatial characterization needs to be improved. The wet line, because it receives broadcast fertilization and fertigation, has a high acidification level compared to the dry line, while Ca²⁺ and P showed superior levels, while K⁺ did not show differentiation.

Keywords: Banana cultivation; Interpolation; Precision agriculture.

Lista de ilustrações

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.....	17
Figura 2. Mapa de variação espacial de potencial hidrogeniônico (pH).....	22
Figura 3. Mapa de variação espacial de Acidez potencial (H+Al).....	23
Figura 4. Mapa de variação espacial de Alumínio (Al ³⁺).....	23
Figura 5. Mapa de variação espacial de Cálcio (Ca ²⁺).....	24
Figura 6. Mapa de variação espacial de Fósforo (P.....	25
Figura 7. Mapa de variação espacial de Potássio (K ⁺).....	26

Lista de tabelas

Tabela 1. Recomendação de adubação para a propriedade	17
Tabela 2. Proporções granulométricas do solo.....	18
Tabela 3. Análise descritiva dos atributos químicos da área de estudo.....	20
Tabela 4. Teste de média para os atributos químicos da área de estudo.....	22

Lista de abreviaturas e siglas

Al³⁺ - Alumínio

AP - Agricultura de precisão

Ca²⁺ - Cálcio

CBAP - Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba

DIC - Delineamento inteiramente casualizado

Fe - Ferro

H+Al - Acidez potencial

IDW - Inverse Distance Weighted (Ponderação pelo inverso da distância)

K⁺ - Potássio

MO - Matéria orgânica

Na - Sódio

P - Fósforo

pH - Potencial hidrogeniônico

Zn – Zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Banana	13
2.2 Solo.....	14
2.3 Agricultura de precisão	14
2.3.1 Geoestatística	16
2.3.1.1 Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW)	17
2.4 Atributos químicos do solo	17
2.4.1 Potássio (K ⁺)	17
2.4.2 Fosforo (P)	18
2.4.3 Alumínio (Al ³⁺)	18
2.4.4 Calcio (Ca ²⁺)	19
2.4.5 Potencial hidrogeniônico (pH)	19
2.4.6 Acidez potencial (H+Al)	20
2.5 Fatores que influenciam na variabilidade espacial de atributos químicos.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Localização da área	21
3.1.1 Histórico da área de estudo	21
3.2 Caracterização da área de estudo.....	22
3.3 Características de solo e clima	22
3.5 Delineamento experimental	23
3.6 Variáveis analisadas	23
3.7 Produção de mapas.....	23
3.8 Análise estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp.) é uma fruta consumida em vários países. Além disso, a bananicultura é uma atividade de grande importância socioeconômica para o agronegócio mundial e brasileiro, segundo Rocha et al. (2021). Em conformidade, estimasse para a safra de 2023 cerca de 7.067.815 toneladas da fruta, de acordo dados do IBGE (2023).

No Brasil, segundo o IBGE (2022a), em 2020 foram produzidas cerca de 6.637.308,00 toneladas com área colhida de 455.004,00 ha, e com rendimento médio de 14.587,00 kg/ha. Enquanto isso, na Bahia foram produzidas cerca de 785.061,00 toneladas da fruta, representando aproximadamente 11,83 % da produção do país, com área colhida de 64.912,00 ha e com rendimento médio de 12.096,00 kg/ha.

Solos cultivados com banana, na maioria das vezes apresentam baixos teores de nutrientes, acarretando uma baixa produtividade, sendo necessária sua reposição para sustentabilidade econômica. Além de levar em consideração as necessidades nutricionais da cultura (EMBRAPA, 2021)

Nesse sentido, a utilização de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e geoestatística permite a identificação da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, sendo uma ferramenta importante para o planejamento agrícola. (Morato; Oliveira e Silva, 2021).

Ademais, a agricultura de precisão é uma abordagem promissora para o gerenciamento de propriedades rurais, pois oferece uma série de vantagens, como aumento da eficiência, redução dos desperdícios e melhoria da sustentabilidade (Tremea, 2023). Sendo cada vez mais aplicados o uso de softwares, aplicativos e outros recursos, que facilitam cada vez mais o manejo de várias culturas (Silva e Moura, 2021).

Nesse sentido, Matias et al. (2015), apontam que a informação da variabilidade do solo é essencial para planejar e implementar uma agricultura mais eficiente, rentável e ambientalmente sustentável, no que diz respeito ao uso de corretivos e fertilizantes, pois permite aplicar no local e tempo adequados as quantidades necessárias para a produção agrícola, tornando-se essencial para auxiliar no manejo eficiente do solo e da água.

Desse modo, conhecer a variabilidade espacial dos atributos do solo é de fundamental importância para tomada de decisão quanto ao manejo a ser adotado. Além disso, tal informação pode explicar variações observadas na produtividade das culturas, uma vez que os mapas de produtividade ilustram esta variabilidade (Guo et al., 2012).

Assim, tem como objetivo demonstrar a variabilidade espacial dos atributos químicos em área sob cultivo de banana no Perímetro irrigado Barreiras Norte no Oeste da Bahia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Banana

De acordo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a banana é a fruta com o maior consumo em todo o mundo, especialmente em regiões de clima tropical, a qual representa um dos principais produtos de consumo básico dos habitantes (BRASIL, 2018).

Além disso, é uma fruta bastante rica em carboidratos, vitaminas A, B e C, bem como Cálcio (Ca), Potássio (K), Fosforo (P), Zinco (Zn), Ferro (Fe) e Sódio (Na). Sendo bastante consumida no Brasil, podendo ser *in natura*, como fazendo parte de inúmeras receitas (MAPA, 2022).

A palavra banana, tem origem na linguagem serra-leonesa e liberiana (Coata ocidental da África). A cultura possui como centro de origem a região sul e sudeste do continente asiático. Além de ser empregada em mais 100 países de regiões tropicais e subtropicais (Dias, 2011).

É principal produto de comercio internacional de frustas frescas. No qual a banana representa cerca de 14,3% do volume total da fruticultura, sendo produzidas cerca de 194,8 mil toneladas em uma área equivalente a 8,5 mil hectares. A bananicultura possui grande importância agrícola por conta da implementação do homem ao campo gerando benefícios sociais e econômicas por conta da geração de emprego e renda para o homem do campo (Andrade, 2020; Cordeiro, 2000).

As exigências nutricionais se modicam de acordo com a variedade e potencial produtivo. No entanto, existe unanimidade quanto a importância da nutrição nitrogenada e potássica para a cultura da bananeira. Uma vez que o nitrogênio (N), possui grande importância no processo de crescimento e desenvolvimento da cultura quanto, ao seu porte e rendimento dos frutos. Ademais, o potássio (K) possui papel fundamental para o condicionamento da cultura interferindo na fotossíntese, translocação de produtos originários da fotossíntese e equilíbrio hídrico de planta e fruto (Teixeira, 2007).

Enquanto o fosforo (P), é absorvido nas formas de HPO_4^{2-} ou H_2PO_4^- . Em solos ácidos, existe predomínio da forma H_2PO_4^- , isso se ocorre por conta das reações do P no solo para equilíbrio. Desse modo, o pH favorável para maior disponibilização de P, está entre 6,0 a 6,5, favorecendo a disponibilidade das duas formas disponíveis (Silva et al., 2011).

Desse modo, a deficiência de P, ocasiona o baixo desenvolvimento da cultura, com a baixa formação de raízes e amarelecimento e folhas e prejudicando a sua produção, mesmo necessitando de baixas quantidades (Borges, 2014; Silva et al., 2011).

Além disso, segundo Silva et al. (2021), solos com teores médios ou altos de K^+ , permitem a implantação da cultura e teores acima de 60 mg dm^{-3} fornecem as melhores condições de implantação.

Nesse sentido, Viana et al. (2020), corrobora demonstrando uma baixa produtividade em ausência de adubação potássica e magnésiana, havendo excesso de Ca^{2+} acarretando desbalanço.

2.2 Solo

Segundo o SIBCS (2018), o solo é constituído por frações sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais e dinâmicas, compostos por materiais orgânicos e minerais, ocupando maior parte do manto superficial em todo planeta, contendo matéria viva e podendo ser vegetados, sendo possivelmente modificados e sofrendo interferências antrópicas. Desse modo, o solo pode ser classificado como coleção de corpos naturais.

Ademais, o solo é caracterizado por uma heterogeneidade intrínseca, e sua variabilidade (espacial, horizontal e vertical) é ligada aos fatores de formação, podendo também ser influenciada pelo manejo. Além disso, o cultivo resulta em alterações, aumentando ainda mais a variabilidade dos atributos do solo (Santos et al., 2006; Souza et al., 2007).

Segundo Dampney e Moore (1999), os principais fatores causadores da variabilidade na produção das culturas podem ser classificados em três categorias: (a) fatores fixos, difíceis de serem alterados (textura e profundidade do solo); (b) fatores persistentes, que podem ser alterados (atributos químicos e físicos do solo); (c) fatores sazonais, que são alterações em curto espaço de tempo (clima e incidência de pragas e doenças).

Nesse sentido, Gelain et al. (2021) ao avaliarem a variabilidade espacial e correlação dos atributos do solo com produtividade do milho e da soja, observaram que a produtividade da soja apresentou forte dependência espacial, se correlacionando de forma positiva para fósforo e potássio.

2.3 Agricultura de precisão

Em 2012, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), ao instituir a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP), definiu a

Agricultura de Precisão (AP) como “um sistema de gerenciamento agrícola baseada na variação espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente” (BRASIL, 2012, p. 6). Sendo a mesma, baseada no georreferenciamento localizado de um sistema agrícola, a qual tem como meio o mapeamento relacionado com a produção, servindo de suporte para a aplicação localizada de insumos agrícolas (Antuniassi; Baio e Sharp, 2015).

Além disso, a rentabilidade das colheitas tem sido maximizada com a maior eficiência no gerenciamento das práticas agrícolas, o que tem feito o agronegócio se tornar um setor mais competitivo. Assim, a AP se destaca no setor agrícola nacional, como uma alternativa de tratamento localizado, que se baseia no manejo regionalizado da lavoura, assim propiciando benefícios econômicos e/ou ambientais (Silva et al., 2008; Queiroz et al., 2000).

Ademais, Silveira et al. (2000), cita que mesmo em uma área considerada uniforme, de acordo com suas características visíveis de campo, tais como: topografia, cor do solo e vegetação, existe certa heterogeneidade dos atributos do solo. Desse modo, o mapa de produtividade, se torna uma alternativa moderna para o gerenciamento da variabilidade espacial e temporal de lavouras comerciais, podendo ser um potencial recurso nas tomadas de decisão sobre o manejo do solo (Molin, 1997; Milani et al., 2006).

Por outro lado, Lark et al. (1999), mencionam que a análise de uma sequência de mapas de produtividade, juntamente com a interpretação dos atributos do solo, se caracteriza como uma forma eficiente para definição de unidades de manejo. Porém deve-se identificar o conjunto dos fatores mais importantes que influenciam as produtividades das culturas no campo.

Além disso, a AP tem sido indicada para o manejo estratégico de cultivos agrícolas, em escala menor do que a área total da gleba, com base na aplicação de informação tecnológica e conhecimento agrônomo (Santos et al., 2001).

A adoção da aplicação da agricultura de precisão, influencia na modernização e decorrente aumento de competitividade de mercado, promovendo a profissionalização no setor agrícola. Não sendo suficiente apenas produzir mais, mas sim produzir mais e de modo mais eficiente, alinhando os custos com as receitas, tendo a gestão rural que ser tratada como prioridade para garantir sustentabilidade econômica (Santi et al., 2016).

Com isso, a agricultura de precisão (AP), possui um enorme potencial para ser cada vez mais empregada nas propriedades rurais, auxiliando na tomada de decisões com base nos dados obtidos de modo mais preciso. Desse modo, otimizando os lucros e diminuindo a danos causados ao meio ambiente, possuindo maior controle sobre as causas que prejudicam a produção e causas de danos ambientais. Sendo a AP, utilizada para gerir a propriedade, de acordo os modelos de variabilidade espacial (Tschiedel e Ferreira, 2002; Inamasu e Bernardi, 2014).

Assim, de acordo com Kolling e Rampim (2021) , a utilização da agricultura de precisão acredita ser possível melhor quanto a gestão da propriedade, como também os manejos agrícolas. Outrossim, corroborando com Reghini e Cavichioli (2020), o qual diz ser possível atuar de forma positiva quanto aos ganhos em produtividade e ainda aumento de eficiência na prevenção de pragas e doenças. Ainda segundo, Mazzi, Santos e Montebello (2023), a AP, possibilita ganhos econômicos, ambientais e produtivos.

2.3.1 Geoestatística

A geoestatística é uma ferramenta de análise para a consideração de atributos espaciais de amostras de forma remota tendo a capacidade de definir a correlação espacial entre determinados pontos (Carolino et al., 2019). Utilizando essa técnica para modelagem e variabilidade espacial, através de pontos coletados por meio de ferramentas de precisão com suas coordenadas referentes. Sendo possível avaliar características físico-químicas, quanto outras variáveis de interesse, podendo a partir disso definir o manejo ideal, com base no mapa de produtividade (Grego et al., 2014).

Ademais, a geoestatística é uma ciência consagrada para a estatística aplicada, tratando quanto aos problemas referentes às variáveis regionalizadas, possui real demonstrando as características intermediárias assim como variáveis aleatórias e totalmente determinadas. Desse modo, tem-se o estudo e comportamento das variáveis estatísticas de modo geoestatístico (Marasca et al., 2017).

Sua utilização se torna viável por conta da utilização de softwares responsáveis por demonstrar de modo visível através de mapas, as diferenças em toda área estudada e verificar desse modo as principais diferenças na mesma, possibilitando uma maior facilidade na tomada de decisões buscando uma melhor produtividade em relação a maior economia da cultura (Oliveira et al., 2015). Nesse sentido, Buss et al. (2022), observou que mapas de variabilidade espacial se assemelhavam aos mapas de rendimento da cultura da soja após a integração de técnicas geoestatística para auxiliar na definição de zonas de manejo.

Ainda, de acordo com Silva et al. (2020a) a análise geoestatística permitiu a identificação de padrões espaciais nos teores de matéria orgânica no solo, no desenvolvimento do extrato arbóreo e no teor de bases presentes no solo, o que demonstra que a geoestatística é uma ferramenta útil para a interpretação das variáveis.

2.3.1.1 Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW)

O modelo de interpolação por IDW é um dos mais utilizados, o qual consiste na média ponderada espacial considerando o valor de cada ponto vizinho. Desse modo, é possível realizar a combinação gradual dos valores estimados por meio da distância, sendo o seu peso inversamente proporcional à distância (Babak; Deutsch, 2009 e Silva, et al.,2019).

Nesse âmbito, Santos et al. (2020) demonstra em estudo sobre o mapeamento do manejo de solo e da água em uma propriedade na Região Oeste do Paraná, que o método de IDW teve a capacidade de identificar faixas de variações locais no mapeamento do manejo do solo.

Outrossim, Neris (2019), ao realizar a avaliação de métodos para a interpolação espacial de dados de precipitação, obteve índices ligeiramente superiores para o método de IDW quanto aos demais avaliados.

2.4 Atributos químicos do solo

2.4.1 Potássio (K^+)

O potássio (K^+) é um macronutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Sua presença é crucial em várias funções fisiológicas. Primeiramente, o potássio está envolvido na ativação de enzimas, que desempenham um papel fundamental na síntese de proteínas e carboidratos. Além disso, ele regula o equilíbrio hídrico nas células vegetais, garantindo a manutenção da turgescência e a integridade das membranas celulares. O transporte de nutrientes dentro da planta também depende do potássio, facilitando a absorção e distribuição de compostos essenciais. Por fim, o potássio é essencial para a fotossíntese, processo pelo qual as plantas convertem luz solar em energia química. A deficiência desse nutriente pode resultar em sintomas como murchamento, clorose (amarelamento das folhas) e redução na produção de frutos. Portanto, a adubação adequada com potássio é crucial para otimizar o crescimento e a saúde das plantas (BLOOM,2019).Uma vez que plantas

melhores nutridas, são mais resistentes devido a turgência da células (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000).

Ainda, o K^+ possui alta mobilidade na planta e se transloca com facilidade entre células do xilema e floema. Com isso, é o componente mineral de maior relevância nos processos osmóticos das plantas, seja no armazenamento ou absorção de água (RUGGIERO et al., 1996).

Segundo Gomes (2020), a adubação potássica resulta em ganhos de produtividade, peso de frutos e ainda maior valor de açúcar. Ainda, de acordo com Barroso, (2011) doses crescentes de Potássio também influenciam em aumentos da concentração do nutriente na folha da bananeira.

2.4.2 Fosforo (P)

Segundo Barra et al, (2019), o P esta presente em todas as células vivas. Para as plantas, e trata de um nutriente exigido em grande quantidade, participando dos processo vitais das células, atuando no metabolismo energético, fotossíntese e outros processos.

Ainda, apesar de apresentar baixa mobilidade no solo, apresenta alta mobilidade na planta, possui a capacidade de sair dos tecidos mais velhos para os mais novos, sua concentração na planta, aumenta de acordo a disponibilidade dos solos (BISSANI et al., 2004 e COSTA et al., 2006).

o P contribui nos teores de matéria seca, amido e fósforo dos frutos verdes da bananeira, bem como em frutos maduros tem incremento em firmeza, sólidos solúveis, índice de maturidade dos frutos e em relação aos teores de açúcar (BOLFARINI et al., 2020)

2.4.3 Alumínio (Al^{3+})

O Al é um metal abundante na crosta, o qual pode se tornar toxico quando em grandes concentrações para as plantas, podendo ocasionar em redução no porte de plantas e ainda afetar na absorção de nutrientes e o seu transporte (Mezzavilla & Jacob Neto, 2017 e Mendonça et al., 2015).

É um dos responsáveis pelo processo de acidificação do solo, ocasionando em efeitos fitotóxicos para as plantas. Bem como, interferir na absorção de outros nutrientes quando em níveis muito elevados, influenciando a absorção de íons fosfatos que reagem com Al^{3+} , ocasionando em fosfato de alumínio (HALISKI, 2018).

2.4.4 Calcio (Ca^{2+})

Este nutriente é absorvido e transportado no xilema na forma de Ca^{2+} , possuindo baixa mobilidade no floema. O cálcio exerce função estrutural, cofator enzimático e balanço de cargas. Os sintomas de deficiência de Ca são percebidos, primeiramente, nos tecidos meristemáticos da planta, seja raiz, seja parte aérea, em razão da baixíssima mobilidade na planta. Na parte aérea, há duas desordens clássicas atribuídas a esse nutriente, a queima de bordos das folhas (tipburn) e a podridão apical de frutos. As folhas mais novas apresentam-se distorcidas e encarquilhadas, com pontos necróticos nas margens das folhas, ocorrendo necrose internerval. No ápice da planta, pontos necróticos evoluem para a morte dos tecidos. (VIDIGAL et al., 2021)

A sua disponibilidade vertical é afetada, de acordo o aumento de pH reduz a mobilidade do Ca^{2+} desse e de outros nutrientes (MORAES e BARBOZA, 2022).

2.4.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

O baixo pH em solos dominados por matéria orgânica é geralmente causado pela presença de compostos orgânicos, hidrogênio e alumínio trocáveis, sulfeto de ferro e outros compostos oxidáveis. Ao contrário dos solos minerais, a presença de ácidos orgânicos determina em grande parte a acidez, bem como a presença de alumínio solúvel ou hidrolisável. A mobilidade dos elementos no solo é afetada pelas propriedades do solo: potencial de hidrogênio - pH, textura, composição mineral, capacidade de troca catiônica - CTC e matéria orgânica. Os íons são retidos no solo por meio de adsorção de minerais, complexação de compostos húmicos em elementos orgânicos e reações de precipitação (CETESB, 2015).

o pH do solo influencia a solubilidade e a absorção de micronutrientes pelas plantas, tais como boro, cobre, manganês, zinco, molibdênio e ferro. Segundo SANTOS et al, (2023). Outrossim, o pH pode afetar a disponibilidade de outros nutrientes do solo, como o P, o qual se o pH do solo estiver mais alcalino, o mesmo se liga ao cálcio do solo formando fosfatos bicálcicos e tricálcicos, tornando o fósforo indisponível, pois estes são pouco solúveis (BARROS, 2020).

A reação do solo tem o maior impacto na disponibilidade de nutrientes da planta, com valores de pH entre 3 e 10. Portanto, antes de preparar o solo e adubá-lo, é importante conhecer antes a acidez real do solo. Isso é necessário para garantir que os nutrientes sejam fornecidos às plantas na quantidade ideal, desde que o pH seja entre 5,5 e 6,5 (MIRANDA, et al., 2017).

2.4.6 Acidez potencial (H+Al)

A acidez potencial e a determinação dos níveis de fertilidade do solo são aspectos importantes no uso agrícola dos Solos Orgânicos. Estudos têm sido feitos para solucionar problemas no seu manejo, tais como a subsidência após a drenagem e altas doses de calagem recomendadas para corrigir acidez (ABREU et al., 2012).

O poder tampão será maior quanto an H+Al, isto is, o solo terá maior resistência para sofrer alteração ao pH (PEREIRA et al., 2021).

2.5 Fatores que influenciam na variabilidade espacial de atributos químicos

Alguns fatores podem influenciar quanto a variabilidade dos atributos químicos. Além disso, é preciso levar em conta o tempo de uso da área estudada para a atividade agrícola, e as mudanças intensas na variabilidade dos atributos químicos do solo provocadas pelas operações de fertilização e correção do solo ao longo do tempo. Essas práticas podem interferir de tal forma que seja impraticável ou até inviável modelar a variabilidade com bons ajustes da validação cruzada em função das alterações profundas causadas por fatores externos (GELAIN et al., 2021).

Segundo Arthur et al, (2014) A direção do fluxo de água e as características químicas do solo são afetadas pelo microrrelevo. O microrrelevo identifica áreas com características diferentes em relação ao pH e à disponibilidade de nutrientes. Isso deve ser levado em consideração ao estabelecer áreas mais homogêneas e usar métodos de manejo diferentes para a implantação de culturas. Ainda, Sanchez et al, (2009) afirma que os atributos do solo em pedofoma côncava mostram maior variabilidade espacial, indicando que a forma do solo condiciona padrões de variabilidade diferentes.

Outrossim, Santos et, (2021) Apesar da disponibilidade de micronutrientes ser influenciada por uma variedade de fatores, incluindo material de origem do solo, uso e manejo e condições climáticas, a utilização de micronutrientes é considerada crucial para o crescimento das plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área

O estudo foi realizado em uma área cultivada com Banana, localizada no perímetro irrigado Barreiras Norte, administrado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF) localizada no município de Barreiras – Ba nas coordenadas Latitude 12° 5'5.12"S e Longitude 44°54'26.61"O, como pode ser visualizada na Figura 1.

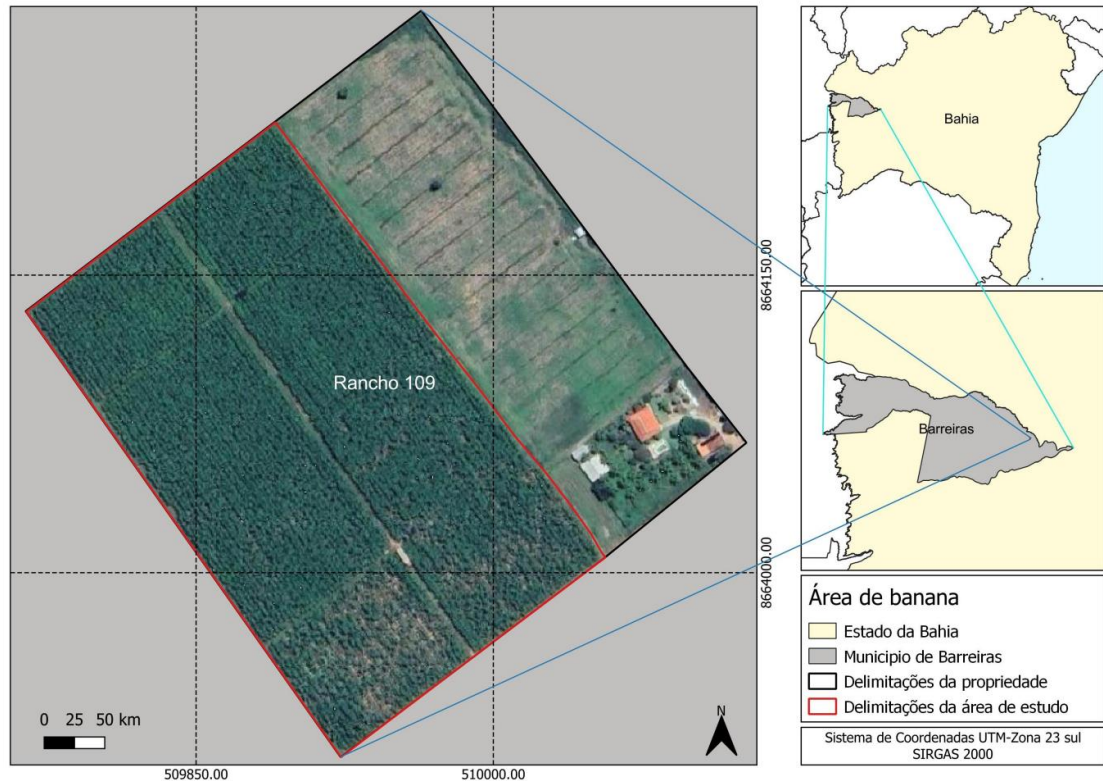


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Própria autoria (2023).

3.1.1 Histórico da área de estudo

A área agrícola em questão foi aberta em 1998 e, desde então, vem sendo cultivada com diferentes espécies de plantas: feijão (2001 - 2002), mamão (2004 - 2005) e mandioca (2013 – 2014). No entanto, desde 2019, a área está dedicada ao cultivo de banana e mensalmente é realizada a adubação apresentada na Tabela 1. Sendo a adubação realizada na linha molhada, com aplicação de KCl, Sulfato de amônia, ureia e super simples feita a lanço em formato de meia lua na linha de plantio (Linha molhada) próximo a cultura.

Tabela 1: Recomendação de adubação para a propriedade.

Adubação de cobertura - g/planta					
Produtos	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
KCI	45	45	45	45	45
Sulfato de amônia		50		50	
Ureia	25		25		25
Super simples	100				100
Fertirrigação- aplicação semanal					
Produtos	Kg ha ⁻¹				
Aminoácidos	0,4				
Sulfato de magnésio	15				
Sulfato de Zinco	1,5				
Ácido Bórico	0,4				

3.2 Caracterização da área de estudo

O Município de Barreiras-Ba abrange uma área com aproximadamente 159.743 habitantes, com área territorial de 8.051,274km² (IBGE, 2022). A cidade está localizada nas coordenadas 12°9'10" S e 44°59'24" O (INMET, 2022).

3.3 Características de solo e clima

Conforme a classificação de Koppen o clima predominante da região é do tipo Aw, ou seja, tropical sub úmido. Tendo uma temperatura média máxima de 26 °C e média mínima de 20 °C umidade relativa do ar é de 70%. o período chuvoso ocorre entre os meses de novembro e março, com pluviosidade anual de 800mm a 1.600mm, de dezembro a fevereiro (EMBRAPA, 2010). Com período seco entre os meses de maio a setembro. Solos profundos, bem drenados e de baixa fertilidade e acidez acentuada. Sendo possível classificar em Latossolos Amarelo, Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos e Cambissolos Háplicos (EMBRAPA ,2011). Além disso, ao solo da área de estudo foi classificado como areia franca, como pode visualizado na Tabela 2.

Tabela 2: Proporções granulométricas do solo

Propriedade	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Textura
Rancho 109	82,27	7,56	10,17	Areia franca

3.4 Coleta das amostras de solo

Foram coletadas amostras de solo deformadas, a partir de uma malha regular de 158 pontos georreferenciados, nas profundidades de 0 - 0, 20 m totalizando 158 amostras, sendo 79 derivadas da linha seca e 79 coletadas na linha molhada. Essas

amostras foram identificadas e encaminhadas para o laboratório de física e química dos Solos da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), *Campus IX*.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento utilizado, foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com os pontos coletados como pseudo repetições.

3.6 Variáveis analisadas

As variáveis avaliadas como tratamento de acordo a metodologia da Embrapa 2017, e os pontos coletados como repetição.

3.7 Produção de mapas

A elaboração dos mapas, foi realizada através do software QGIS 3.28.7 para realizar as delimitações da área, bem como executar a interpolação dos dados por IDW (*Inverse Distance Weighted*). Demonstrando as concentrações das variáveis analisadas (Cálcio, potássio, fósforo, alumínio, pH e acidez potencial) nas linhas secas e molhadas.

3.8 Análise estatística

Foi realizado uma análise descritiva e posteriormente o teste de média (Teste de Tukey), para os pontos localizados na linha molhada e na linha seca por meio do software Assistat 7.7 pt.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a estatística descritiva presentes na Tabela 3, indicaram normalidade de dados para as variáveis pH e H+Al para linha molhada e linha seca, bem como o Ca^{2+} na linha molhada, de acordo ao teste de Kolmogorov-Smirnov, a 5% de probabilidade. Valores de anormalidade foram encontrados por Kashiwaqui, et al. (2021) abordando juntamente com Matias et al. (2019) que a normalidade não é uma exigência para realização da análise geoestatística corroborando com Oliveira et al. (2015) que obteve normalidade.

Tabela 3: Análise descritiva dos atributos químicos da área de estudo.

Linha molhada								
Variável	Min	Max	Média	Mediana	¹Dp	²Cv (%)	³Ass.	⁴Curt
pH (Água)	4,38	6,62	5,29	5,28	0,40	7,53	0,36	0,28
H+Al ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	1,44	5,56	2,84	2,89	0,74	26,00	0,61	1,20
Al³⁺ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0	0,50	0,11	0,12	0,11	107,29	1,09	1,12
Ca²⁺ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,62	2,50	1,58	1,50	0,44	28,11	0,05	-0,53
K⁺ (mg dm^{-3})	75,73	765,18	241,45	192,39	123,36	51,09	1,72	4,08
P (mg dm^{-3})	0,25	117,56	32,98	23,88	25,70	77,95	1,18	0,91
Linha seca								
pH (Água)	4,73	6,72	5,67	5,66	0,42	7,35	0,22	-0,09
H+Al ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,62	4,13	2,05	1,90	0,77	37,60	0,45	-0,14
Al³⁺ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0	0,50	0,05	0	0,09	188,64	2,35	6,84
Ca²⁺ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	0,75	3,12	1,80	1,75	0,47	26,36	0,45	0,18
K⁺ (mg dm^{-3})	76,95	2.646,74	281,50	190,57	350,57	124,53	5,22	30,70
P (mg dm^{-3})	0,43	64,64	14,46	12,56	10,86	75,11	2,60	10,12

Valor mínimo = Min; Máximo= Max; Média, Mediana; ¹DP = Desvio padrão; ²CV = Coeficiente de variação; ³Ass = Assimetria; ⁴Curt = Curtose.

Se tratando de valores mínimos e máximos, a linha molhada apresentou maiores valores para H+Al, indicando maior acidez. Em termos de média, a linha molhada apresentou valores mais elevados para as variáveis H+Al, Al³⁺ e P, indicando maior acidez e maior disponibilidade de P, respectivamente, do que a linha seca. Quanto à mediana, a linha molhada apresentou valores mais elevados para as variáveis H+Al,

Al^{3+} e K^+ . Dessa forma, indicando maior disponibilidade de Al^{3+} e P, respectivamente, do que a linha seca, sendo possível correlacionar com a adubação utilizada na área na linha molhada demonstrado na Tabela 1 por meio de adubos sulfatos e supersimples na linha molhada. Segundo Oliveira, (2019), adubos sulfatos possuem maior capacidade de gerar acidificação no solo em relação a outras fontes de nitrogênio.

A comparação dos desvios padrões dos atributos químicos do solo entre as duas linhas, molhada e seca, revela algumas diferenças relevantes. Em geral, os desvios padrões da linha molhada são menores do que os da linha seca, indicando que os dados da linha molhada estão mais próximos da média. Isso sugere que os atributos químicos do solo na linha molhada são mais homogêneos do que na linha seca. No entanto, existem algumas exceções a essa regra. O desvio padrão do cálcio é maior na linha molhada do que na linha seca. Perdas de Ca^{2+} na entrelinha também foram observados por Sarnaglia (2023), sendo maior em solos expostos, o qual necessita de reposição por meio da prática de calagem. Outrossim, o K^+ é maior na linha molhada do que na linha seca. Outra diferença relevante é o desvio padrão do fósforo (P). O desvio padrão do P é menor na linha molhada do que na linha seca. Isso pode ser explicado pela presença de umidade no solo, que favorece a solubilização do P, K^+ e Ca^{2+} , como encontrados como Simonetti e Rosa (2022), ao avaliar reflexos ambientais da perda de nutrientes do solo por erosão hídrica, encontrando baixos teores desses nutrientes. Em relação aos valores de pH, $\text{H}+\text{Al}$, e Al^{3+} , são semelhantes em ambas as linhas, indicando acidez relativamente homogênea do solo em ambos os casos. Em conformidade, Silva et al, (2023) os quais encontraram valores semelhantes e descrevem como indicativo de uma menor variância de atributos químicos.

Quanto à assimetria, todos os valores foram positivos, variando de 0,36 a 1,72 para a linha molhada e de 0,22 a 5,22 para a linha seca. Isso indica que a distribuição dos dados é assimétrica, com uma cauda mais longa à direita. Resultados de assimetria foram observados Silva et al. (2023), corroborando com Morato, Oliveira e Silva (2021), podendo ser classificada em assimetria forte para os valores superiores a 1 como é visto para Al^{3+} , K^+ e P, e moderada para resultados inferiores a 1 e superiores a 0,15 sendo observado para pH, $\text{H}+\text{Al}$ e Ca^{2+} .

Em relação à curtose, os valores foram classificados como platicúrtica (menor que zero) para as variáveis Ca^{2+} da linha molhada e pH e $\text{H}+\text{Al}$ na linha seca, indicando que a distribuição dos dados é assimétrica com uma cauda mais curta à direita corroborando com. Já as demais variáveis apresentaram curtose leptocúrtica (maior que zero), indicando que a distribuição dos dados é assimétrica com uma cauda mais longa à

direita, segundo Gomes (2022). De acordo Londero et al., (2020) a curtose como a forma de distribuição de frequências quanto ao seu achatamento. Ainda, de acordo com Petter et al. (2019), quanto mais se afasta do zero, maior o indicativo de anormalidade, o mesmo se observa para assimetria.

De acordo com Gomes (1985), o coeficiente de variação pode ser classificado como baixo ($CV < 10\%$), médio ($10\% < CV < 20\%$), alto ($20\% < CV < 30\%$) e muito alto ($CV > 30\%$). Com base nessa classificação, o coeficiente de variação do pH foi baixo para as linhas seca e molhada, sendo ainda menor para a linha seca. Ademais, indica que os dados de pH estão distribuídos de forma relativamente homogêneas em torno da média. Valores baixos de variação de pH também foram encontrados por Matias et al. (2019) em um estudo sobre a recomendação de calagem. Os atributos H+Al e Ca^{2+} apresentaram coeficiente de variação alto para ambas as linhas, indicando que os dados desses atributos estão distribuídos de forma mais heterogênea em torno da média. Já para os atributos P, Al^{3+} e K^+ , o coeficiente de variação foi muito alto para ambas as linhas. Isso indica que os dados desses atributos estão distribuídos de forma mais heterogênea em torno da média.

A análise estatística realizada no teste de média da Tabela 4, utilizando o teste de Tukey a um nível de significância de 5%, identificou que as médias das variáveis pH e Ca^{2+} da linha seca são diferentes das médias das mesmas variáveis da linha molhada. No entanto, as médias das variáveis H+Al e Al^{3+} e P da linha molhada são superiores às médias das mesmas variáveis da linha seca.

A linha molhada apresentou menores valores de pH, como pode ser visto na Figura 2, com a maioria dos valores inferiores a 5,5. A linha seca, por outro lado, apresentou valores iguais a 6. Essa diferença de pH é refletida nas variáveis H+Al e Al^{3+} , que apresentaram valores maiores na linha molhada, como pode ser observado nas Figuras 3 e 4. À vista disso, o mesmo foi observado por Santos et al. (2021) em avaliação de atributos químicos da banana, o qual notou que, quanto mais o pH se eleva, menor os valores obtidos de H+Al e quanto maior os teores de Al^{3+} , maior a acidez potencial. Segundo Silva et al. (2020b), valores recomendados de pH ideal para banana se encontram a partir de 5,5. Ainda, ao se notar na Tabela 1, ocorre a adição de adubos nitrogenados e sulfatados, e de acordo Bono et al. (2019) tem efeito positivo na acidificação do solo. Além disso, Livramento e Salvador (2020), afirmam que a acidez do solo pode ser corrigida por meio de aplicação de calcário dolomítico, para neutralizar íons de Hidrogênio e alumínio, elevando o pH disponibilizando nutrientes e contribuindo para aumento de produtividade. Ainda, de acordo com Silva (2022), a

acidificação pode ocasionar a limitação dos processos do solo, toxicidade, afetar a disponibilidade de nutrientes, processos biológicos e ainda aumentar a mobilização de elementos tóxicos prejudicando o desenvolvimento e ainda a produtividade. Logo, zonas ácidas podem estar prejudicando o desenvolvimento da cultura, sendo necessário a correção.

Tabela 4: Teste de média para os atributos químicos da área de estudo.

	pH	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	K ⁺	P
	H ₂ O	-----cmol _c /dm ³ -----			----- mg/dm ³ -----	
LM	5,30 b	2,84 a	0,1068 a	1,58 b	241,45 a	32,98 a
LS	5,67 a	2,05 b	0,0486 b	1,80 a	281,50 a	14,46 b
CV%	7,49	31,07	134,39	27,37	101,14	83,19

LM (Linha molhada); LS (Linha Seca). Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5 % de significância, pelo teste de Tukey.

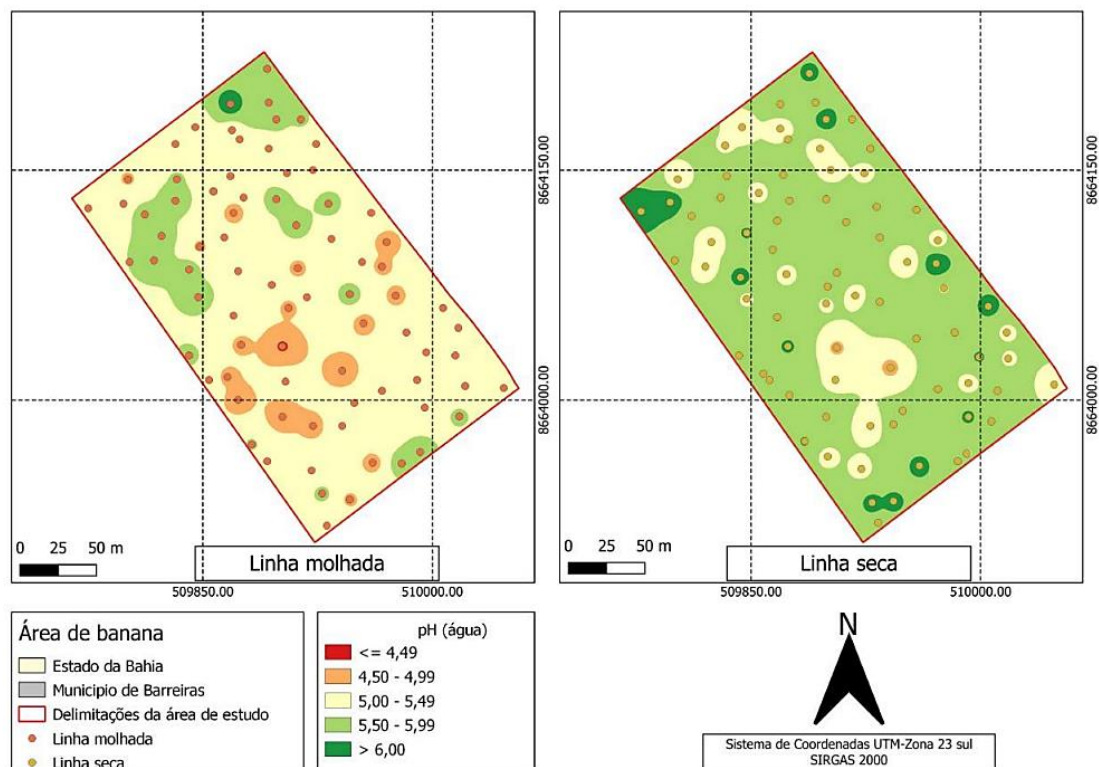


Figura 2: Mapa de variação espacial do potencial hidrogeniônico (pH).

Fonte: Própria autoria (2023).

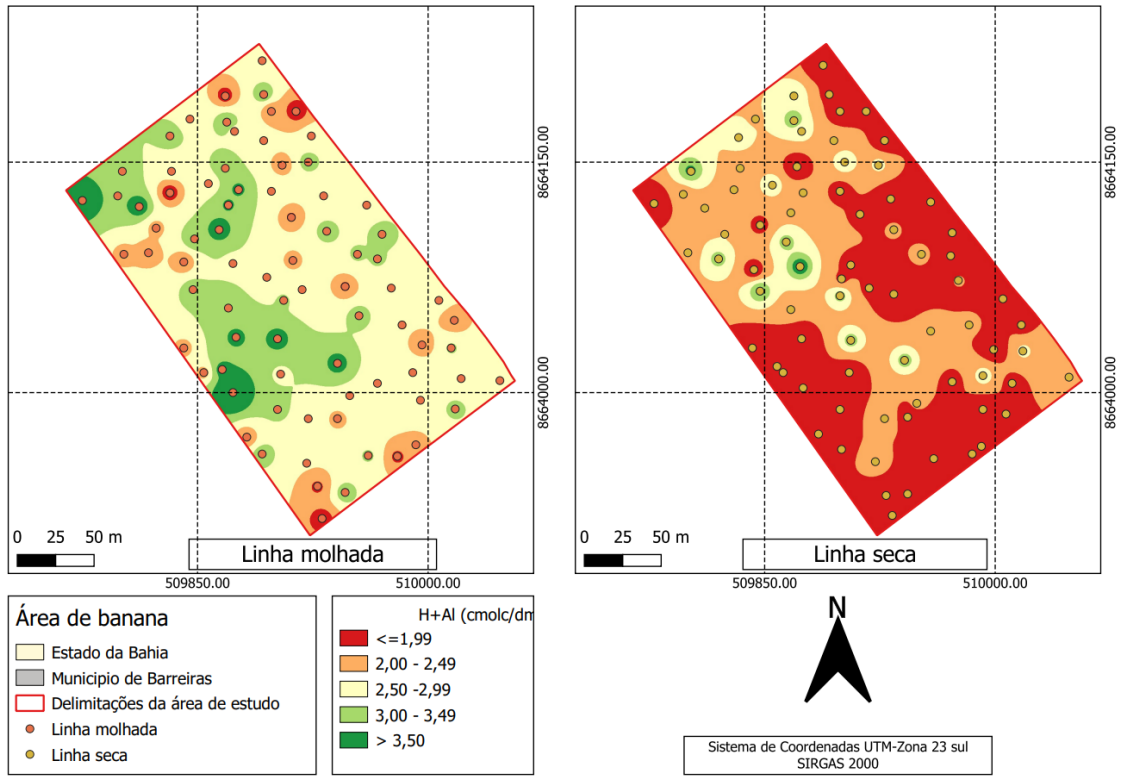


Figura 3: Mapa de variação espacial de Acidez potencial (H+Al).

Fonte: Própria autoria (2023).

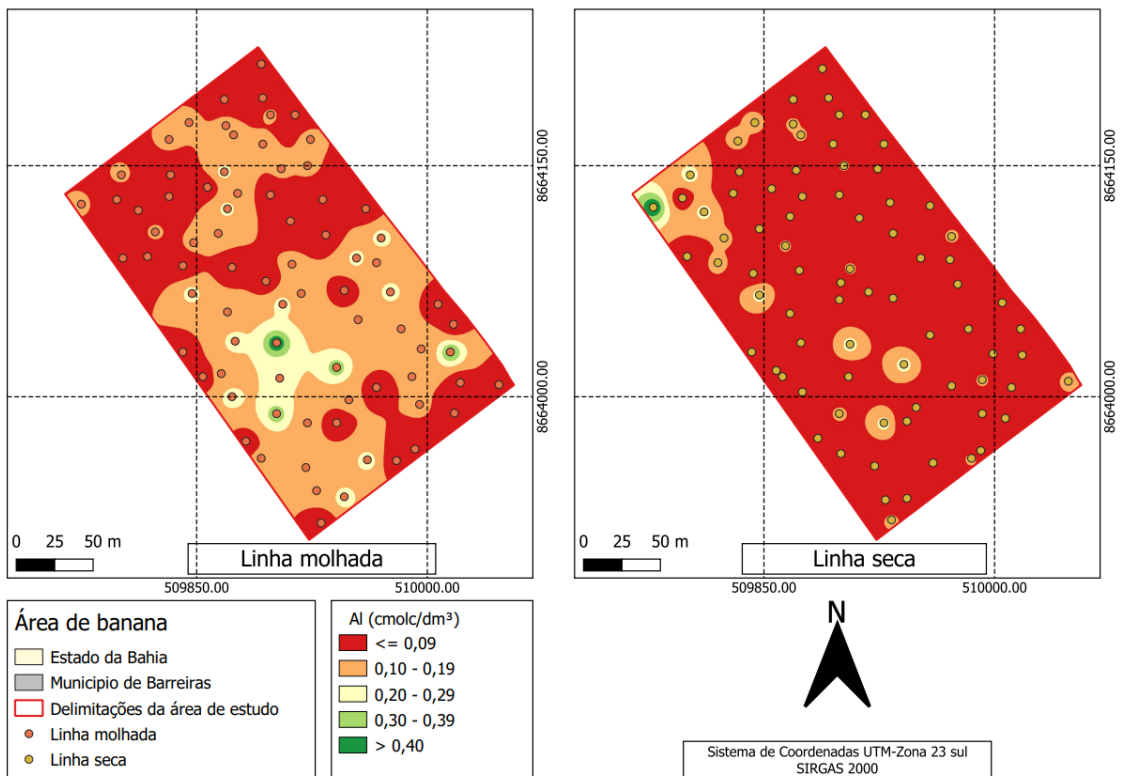


Figura 4: Mapa de variação espacial Alumínio (Al³⁺).

Fonte: Própria autoria (2023).

De mesmo modo, o teor de cálcio (Ca²⁺) apresentou diferença significativa entre as duas áreas estudadas. No entanto, ao se analisar os mapas de variabilidade, é possível

observar que ambas as áreas apresentaram teores inferiores a $3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, conforme representado na Figura 5. A linha seca, por sua vez, apresentou maior área com teores superiores a $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, em comparação à linha molhada. Segundo a Silva et al. (2019), os teores de cálcio (Ca^{2+}) no solo apresentam variações ao longo do ciclo de produção da cultura, sendo influenciados pelos teores de matéria orgânica (MO) no solo. Ainda de acordo com Livramento e Salvador (2020), a elevação dos níveis de Ca^{2+} no solo pode ser realizada pela aplicação de calcários, que contribuem para o desenvolvimento de tecidos da cultura.

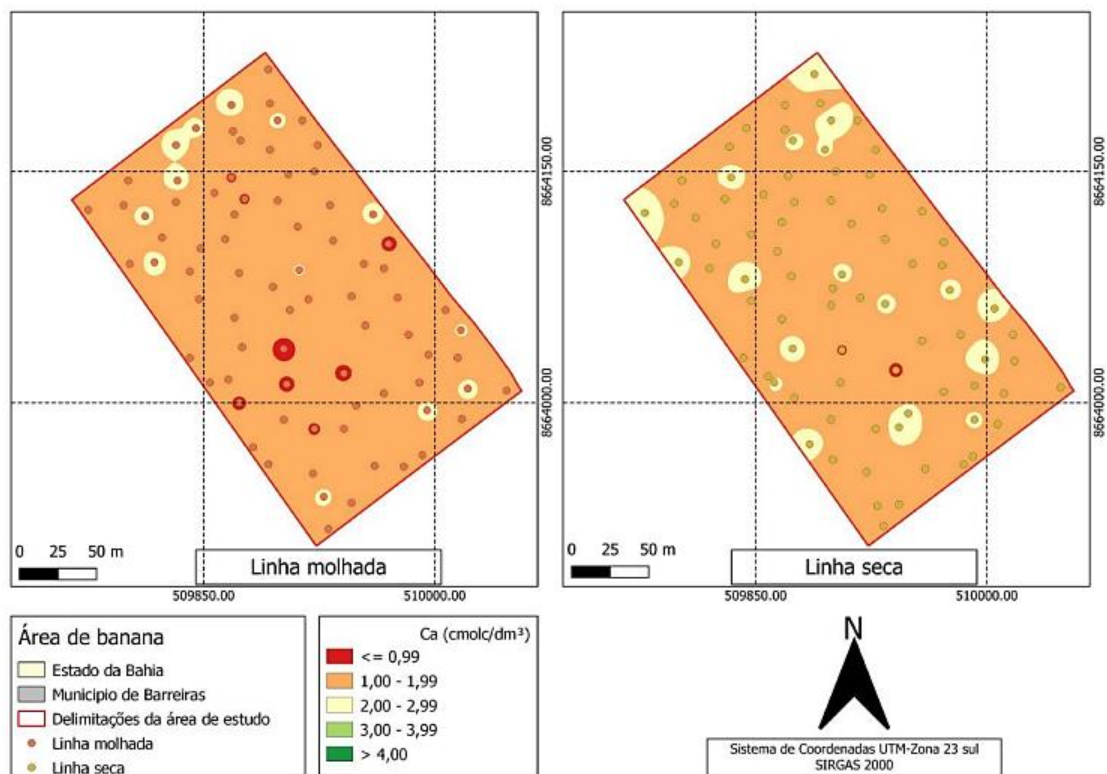


Figura 5: Mapa de variação espacial de Cálcio (Ca^{2+}).
Fonte: Própria autoria (2023).

Ademais, o teor de fósforo (P) da linha molhada obteve média foi superior ao da linha seca, como se observa na Tabela 4. A linha molhada apresentou valores superiores a 75 mg dm^{-3} , em maior área, sendo que os valores inferiores a 50 mg dm^{-3} predominaram. A linha seca, por sua vez, apresentou valores inferiores a 25 mg dm^{-3} , como pode ser observado na Figura 6. A adição de adubo fosfatado supersimples na linha molhada, conforme apresentado na Tabela 1, favoreceu essa variação na quantidade de P na solução do solo. Ademais, por meio da aplicação de supersimples o fósforo fica prontamente disponível para a cultura, além de ser uma alternativa para

fornecer Ca^{2+} e enxofre (S) para a cultura (Rocha et al., 2022) a baixa disponibilidade do elemento P, pode estar relacionada a falta de correção da área ou ainda da baixa quantidade de matéria orgânica disponível (Fernandes et al., 2022).

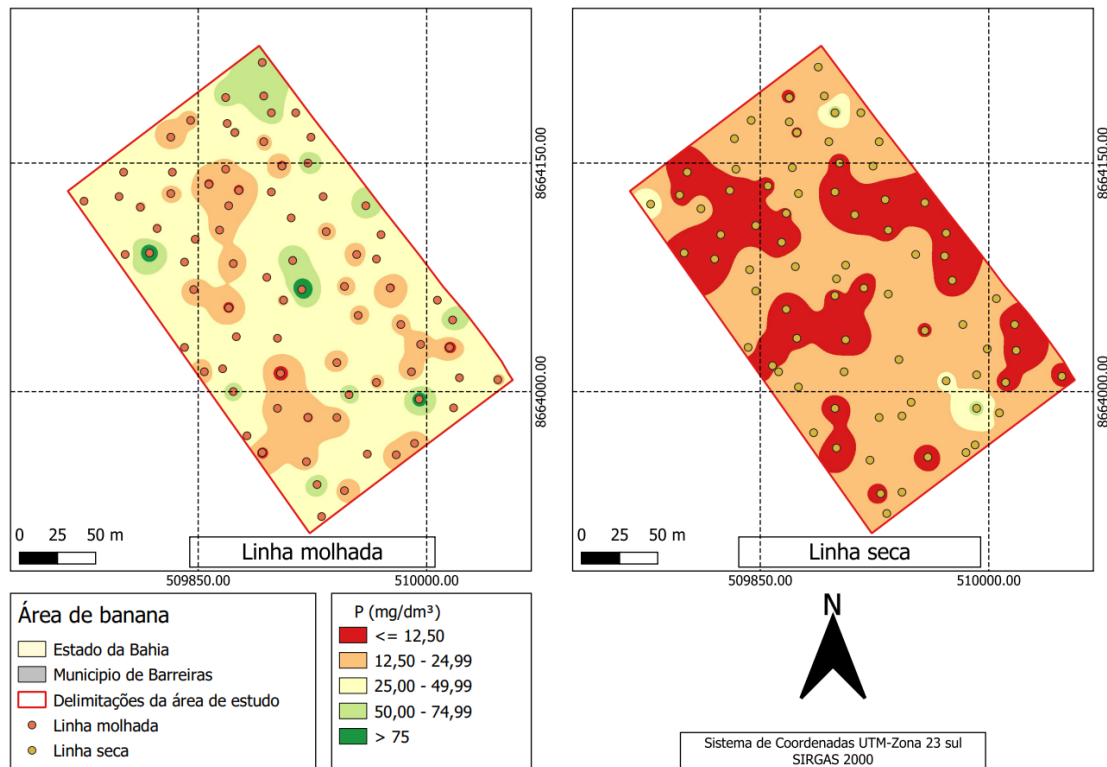


Figura 6: Mapa de variação espacial de Fósforo (P).

Fonte: Própria autoria (2023).

No entanto, o K^+ não apresentou diferença estatística como pode ser visualizado na Tabela 4. Sendo possível observar na Figura 7, que os valores de K^+ obtidos, foram classificados com teores superiores a 40 mg dm^{-3} . Do mesmo modo, de acordo Embrapa (2004), esses são indicados como recomendados e como pode ser observado no mapa de variação do K^+ , maior parte da área possui índices inferiores a 280 mg dm^{-3} e em alguns pontos valores superiores a 560 mg dm^{-3} . Isso ocorre devido a aplicação mensal de KCl, como pode ser visto na Tabela 1, como também, pode estar relacionado a forma de aplicação a lanço do adubo em forma de meia lua em linha de plantio. Assim, ocorrendo a elevação localizada dos teores do K^+ , valores semelhantes foram encontrados por Costa et al, (2009).

Desse modo, Guimarães et al. (2023), relaciona a alta variabilidade dos teores de K^+ , e as produtividades das bananeiras a heterogeneidade das plantações. E ainda, Guimarães e Deus (2021), corroboram citando que os altos teores de nutrientes nem sempre iram refletir em alta produtividade, e pode estar atrelado a ausência de manejo adequado, refletindo em custos desnecessários.

Ainda, segundo Alcântara et al, (2021) a aplicação de 72,01 g/família/mês (K_2O 668 Kg/Ha/ano) obtêm-se a máxima produção de pencas. No entanto, altas doses de KCl podem influenciar em aumento de salinidade e redução no aporte de plantas e desequilíbrios nutricionais e quando solos irrigados com água calcária, os altos níveis de cálcio podem interferir na disponibilidade de K^+ . Ademais, o K^+ possui alta mobilidade no solo de acordo com Ruggiero et al, (1996), se movimentando com facilidade nas células das plantas (xilema e floema). Logo, é possível a movimentação das partes vegetais cortadas (folhas e frutos) da linha molhada, para a linha seca, ocorrendo a deposição do nutriente.

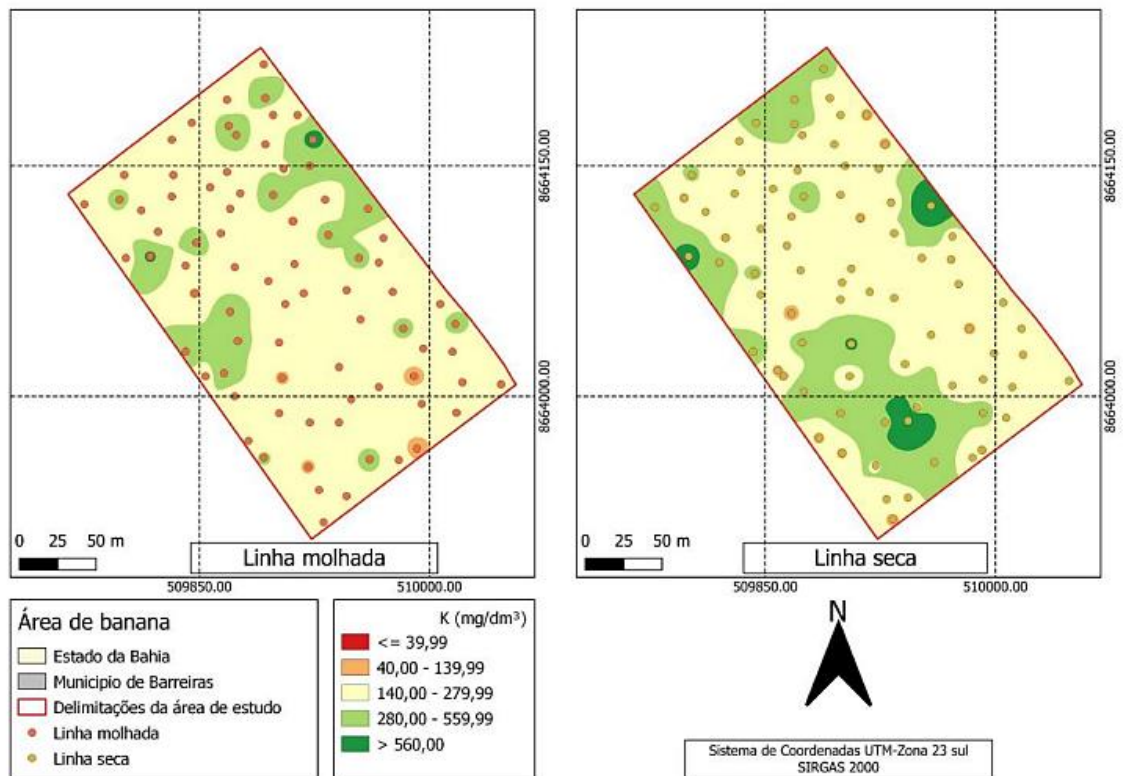


Figura 7: Mapa de variação espacial de Potássio (K^+).
Fonte: Própria autoria (2023).

5. CONCLUSÃO

A interpolação por IDW, permitiu a visualização dos atributos químicos nas linhas molhada e seca, sendo possível verificar que a linha molhada por receber adubação a lanço e por fertirrigação, possui nível de acidificação elevado, mas também altos teores de P quando comparados aos da linha seca devido as aplicações de super simples realizadas na linha molhada. Enquanto a linha seca apresenta níveis superiores de cálcio, sendo este relacionado aos teores de matéria orgânica. Outrossim, o potássio não apresentou diferença significativa entre as linhas seca e molhada.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L.B. de; ARAÚJO, E.F.; CURI, N.; MARQUES, J.J. **Determinação do teor total de elementos-traço em solos sob eucalipto na Depressão Central, Rio Grande do Sul, Bras.** *Agrociência*, Pelotas, v.18, n.1-4, p.33-43, jan-mar, 2012.
- ALCÂNTARA, S.F., PACHECO, D.D., SILVA, T.C., SILVA, H.R.F., PASSOS, I.M.. **Crescimento e produção de bananeira ‘Nanica’ irrigada com água calcária no Norte de Minas Gerais.** *Ensaio e Ciência*, 25(3), 337-345. 2021. doi:10.17921/1415-6938.2021v25n3p337-345.
- ANDRADE, P.D.S. **Prognóstico Fruticultura - janeiro de 2020.** Departamento de Economia Rural. 2020.
- ANTUNIASSI, Ulisses R.; BAIO, Fábio HR; SHARP, Timothy C. Agricultura de precisão. **ABRAPA–Associação Brasileiro dos Produtores de Algodão. (Org.). Algodão no Cerrado do Brasil. 3ªed. Brasília: Eleusio Curvelo Freire, p. 767-806, 2015.**
- ARTUR, Adriana G. et al. Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, associada ao microrrelevo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 141-149, 2014.
- BABAK, O.; DEUTSCH, C. V. Statistical approach to inverse distance interpolation. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, Springer, v. 23, n. 5, p. 543–553, 2009. Citado na página 4.
- BARRA, Patricio Javier et al. Phosphobacteria inoculation enhances the benefit of P–fertilization on *Lolium perenne* in soils contrasting in P–availability. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 136, p. 107516, 2019.
- BARROS, José. **Fertilidade do solo e nutrição das plantas.** 2020.
- BARROSO, Andréia de A. F. et al. **Teores de macronutrientes em folhas de bananeira cv. Pacovan Apodi, sob lâminas de irrigação e doses de potássio.** *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.31, n.3, p.529-538, maio/jun. 2011.
- BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. (eds). **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas.** Porto Alegre, Gênese, 2004. 328p.
- BLOOM, Arnold, J. **Nutrição Mineral. Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: 4 Ed. Artmed, 2019. p. 95-117.
- Bolfarini, A. C. B., Souza, J. M. A., Putti, F. F., Silva, M. S., Ferreira, R. B., Leonel, M., & Tecchio, M. A. (2020). Physicochemical characteristics of unripe and ripe banana ‘FHIA 18’ submitted to phosphorus fertilizer over three production cycles. *Engenharia Agrícola*, 31(3), 529-538.**
- BONO, José Antonio Maior; DOS SANTOS RUFINO, Rodrigo; GONÇALVES, Rafael Capriolli. **Fertilizantes Nitrogenados em Cobertura para Pastagem Marandu**

(Brachiaria brizantha) no Mato Grosso do Sul. UNICIÊNCIAS, v. 23, n. 2, p. 127-132, 2019.

BORGES, Ana Lúcia; BRASIL, E. C. **Adubação.** Embrapa Amazônia Oriental-Capítulo em livro científico (ALICE), 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 852 - Art. 1º Criar a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão – CBAP.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 set. 2012. Seção 1, n. 184.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Raça 4 tropical de Fusarium oxysporum f.sp. cubense: subsídios para caracterização de praga quarentenária ausente /** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA/SDA, 2018.

BUSS, Ricardo Niehues et al. **MANAGEMENT ZONES DESIGN FOR SOYBEAN CROP USING PRINCIPAL COMPONENTS AND GEOSTATISTICS.** Revista Caatinga, v. 35, p. 925-935, 2022.

CAROLINO, José A. et al. **Geoestatística aplicada ao estudo da salinidade do solo, Sumé-Paraíba.** Agropecuária científica no semiárido, v. 13, n. 2, p. 72-81, 2019.

CETESB; Coordenação técnica MODESTO, R.P. **Qualidade dos solos no estado de São Paulo bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.** 126p. 2015. CORDEIRO, Zilton José Maciel. **Banana. Produção: aspectos técnicos.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

COSTA, J. P. V.; BARROS, N. F; ALBUQUERQUE, A. W.; FILHO, G. M.; SANTOS, J. R. **Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 828-835, out/dez. 2006.

COSTA, Sérgio Ely Valadão Gigante de Andrade et al. Distribuição de potássio e de raízes no solo e crescimento de milho em sistemas de manejo do solo e da adubação em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1291-1301, 2009.

Dalchiavon, F. C.; Carvalho, M. P.; Andreotti, M.; Montanari R. 2012. **Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob Sistema Plantio Direto.** Revista Ciência Agronômica, 43: 453–461.

DAMPNEY, P. M. R.; MOORE, M. **Precision agriculture in England: current practice and research-based advice to farmers.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1998, St. Paul. Proceedings... Madison: American Society of Agronomy, 1999. Part A, p.661-673.

DIAS, J. A **cultura da bananeira.** Embrapa Amapá-Capítulo em livro científico (ALICE), 2011.

EMBRAPA. **Caracterização geomorfológica do município de Barreiras, oeste baiano, escala 1: 100.000.** 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2017. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 3.ed. revista. Rio de Janeiro.

EMBRAPA. **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Livro técnico (INFOTECA-E), 2021.

EMBRAPA. SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.) 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000. Disponível em:< <https://11nq.com/EL6tI>>. Acesso em: 26/09/2023.

EMBRAPA. SOUSA, Djalma Martinhão Gomes; LOBATO, Edson. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2004.

FERNANDES CORRÊA, Marciabela et al. **Variabilidade espacial do solo em produção de sementes de soja e seus componentes do rendimento**. Diversitas Journal, v. 7, n. 2, 2022.

GELAIN, Evandro et al. **Variabilidade espacial e correlação dos atributos do solo com produtividade do milho e da soja**. Nativa, v. 9, n. 5, p. 536-543, 2021.

GELAIN, Evandro et al. **Variabilidade espacial e correlação dos atributos do solo com produtividade do milho e da soja**. Nativa, v. 9, n. 5, p. 536-543, 2021.

GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 11. ed. Piracicaba: ESALQ. 467 p, 1985.

GOMES, Kessy Jhonis Silva. **Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo após queima de resíduo vegetal**. 2022.

GOMES, Taiuan Bruno Almeida. **Adubação potássica em características agrônômicas e pós-colheita de melancia**. 2020.

GREGO, C. R.; OLIVEIRA, R. P. de; VIEIRA, S. R. **Geoestatística aplicada a agricultura de precisão**. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 5, p. 74-83.

GUERRA, A.G.; MEDEIROS, A.A.; MOREIRA, M.A.B.; DANTAS, J.A.; MEDEIROS, A.C. **Tecnologias para o cultivo da bananeira**. Natal: EMPARN, 2010. 42 p.

GUIMARÃES, Gelton Geraldo Fernandes; DEUS, José Aridiano Lima de. **Diagnosis of soil fertility and banana crop nutrition in the state of Santa Catarina**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 43, p. e-124, 2021.

GUIMARÃES, Gelton Geraldo Fernandes; DEUS, José Aridiano Lima de; LIMA NETO, Antonio João de. **Boundary line method to update critical soil phosphorus and potassium levels in banana plantations in Santa Catarina**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 45, p. e-979, 2023.

GUO, W.; Maas, S. J.; Bronson, K. F. **Relationship between cotton yield and soil electrical conductivity, topography, and landsat imagery**. Precision Agriculture, v.13, p.678-692. 2012.

HALISKI, Adriano. **Acidez do solo e toxicidade do alumínio em sistema plantio direto de longa duração**. Tese (Doutorado em Agronomia) -Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Cidades e Estados: Barreiras-Ba**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/barreiras.html>. Acesso em: 11/09/2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=banana>. Acesso em: 28/09/2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Produção Agrícola - Lavoura Permanente 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/0>. Acesso em: 21/04/2022.

INAMASU, Ricardo Y.; BERNARDI, AC de C. **Agricultura de precisão**. Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE), 2014.

INMET. **INMET Clima: normas climatológicas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=tmax>. Acesso em: 18/06/2022.

KASHIWAQUI, Marcos Massuo et al. **Relações entre atributos físico-químicos do solo e de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja**. 2021.

KOLLING, Caio Ericles; RAMPIM, Leandro. **Agricultura de precisão e digital: Perspectivas e desafios dos produtores rurais do estado do paraná**. Uningá Review, v. 36, p. eURJ3981-eURJ3981, 2021.

KOPPEN. **Classificação de Koppen**. Disponível em: <https://koppenbrasil.github.io/>. Acesso em: 15/09/2023.

LARK, R. M.; BOLAN, H. C.; MAYR, T.; BRADLEY, R. I.; BURTON, R. G. O.; DAMPNEY, P. M. R. **Analysis of yield maps in support of field investigation of soil variation**. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 2.,1999, Odense, Denmark. Proceedings... Sheffield, England: Academic Press, 1999. p.151-162.

LIVRAMENTO, George; SALVADOR, Bruno Krauss. **Unidade de Referência Técnica em Bananicultura: Renovação de bananal com ênfase em manejo de solo**. Documentos, n. 329, 2020.

LONDERO, Ricardo et al. **Dependência espacial da fertilidade do solo sob plantio direto e suas relações com a produtividade da soja**. Caderno de Ciências Agrárias, v. 12, p. 1-8, 2020.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sim, nós temos a banana: a fruta que é a cara do Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-quer-me-alimentar-melhor/noticias/2022/sim-nos-temos-banana-a-fruta-que-e-a-cara-do-brasil>. Acesso em: 24/04/2022.

MARASCA, Indiamara et al. **Geoestatística aplicada na determinação da compactação do solo no cultivo da cana-de-açúcar**. Revista de Agricultura Neotropical, v. 4, n. 2, p. 49-55, 2017.

MATIAS, S.S.R.; Baptistel, A.C.; Nobrega, J.C.A.; Andrade, F.R.; Silva, J.B.L.D. **Variabilidade espacial dos atributos do solo em duas áreas de manejo convencional no Cerrado piauiense**. Rev Cienc Agrar. 2015; 58:217-227. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/rca.1687>>. Acesso em:21/04/2022.

MATIAS, Sammy Sidney Rocha et al. **Recomendação de calagem com base na variabilidade espacial de atributos químicos do solo no Cerrado brasileiro**. Revista de Ciências Agrárias, v. 42, n. 4, p. 896-907, 2019.

MAZZI, João Vitor Costa; SANTOS, Jeronimo Alves dos; MONTEBELLO, Adriana Estela Sanjuan. **Agricultura de precisão no Setor Sucroalcooleiro do estado de São Paulo: análise produtiva, econômica e ambiental**. GeSec: Revista de Gestao e Secretariado, v. 14, n. 5, 2023.

MENDONÇA, R. M. N., COELHO, A. F. D. S., MARTINEZ, H. E., FONTES, P. C., & FERREIRA, R. **Resposta de mudas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims. F. flavicarpa Deg.*) cultivadas em solução nutritiva, a diferentes níveis de alumínio**. Ceres, v. 46, n. 266, 2015.

MEZZAVILLA, Nubia Valle; NETO, Jorge Jacob. **Avaliação do desenvolvimento de plântulas de aroeira (*Schinus terebinthifolius R.*) em diferentes concentrações de alumínio**. Semioses, v. 11, n. 3, p. 9-18, 2017.

MILANI, L.; SOUZA, E. G. de; URIBE-OPAZO, M. A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. **Unidades de manejo a partir de dados de produtividade**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v.28, n.4, p.591-598, 2006.

MIRANDA, H.M.S.; DURAN, L.M.G.; BUSINARO, J.M.M.; MARTINS, D.C. **Efeitos de adubação mineral e orgânica na acidez do solo**. Anais Forum de iniciação científica da FUNEC- Ciencias Biologicas. vol. 8, n. 8, 2017.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão, Parte II: **Diagnósticos, Aplicação Localizada e Considerações Agronômicas**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.17, n.2, p.108-121, 1997.

MORAES, Wagner Diogo; BARBOZA, Marcos Roberto. O USO DE GESSO AGRÍCOLA NO PROCESSO DE LIXIVIAÇÃO DE NUTRIENTES EM DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO. **TCC's Engenharia Agrônômica**, p. 15-15, 2022.

MORATO de, Leandro Xavier; OLIVEIRA, Gabriela Costa; SILVA, Vladimir Antonio. **Variabilidade espacial de atributos químicos da fertilidade do solo da fazenda Varginha**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 12, p. 119119-119135, 2021.

MORATO, Leandro Xavier de Oliveira; OLIVEIRA, Gabriela Costa; SILVA, Vladimir Antonio. **Variabilidade espacial de atributos químicos da fertilidade do solo da fazenda Varginha**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 12, p. 119119-119135, 2021.

NERIS, Airton Martins. **Avaliação de métodos para interpolação espacial de dados de precipitação**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

OLIVEIRA, I.A.; MARQUES JUNIOR, J.; CAMPOS, M.C. Costa; de Aquino, R.E.; de FREITAS, L.; SIQUEIRA, D. Silva. & da Cunha, J.M. (2015) – **Variabilidade espacial e densidade amostral da suscetibilidade magnética e dos atributos de Argissolos da Região de Manicoré, AM**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. vol. 29, n. 3, p. 668-681. <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbc20140496>.

OLIVEIRA, Natan de Souza. **CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, PRODUTIVAS E BROMATOLÓGICAS DO CAPIM-BUFFEL CV. ÁRIDUS SUBMETIDO A FONTES DE NITROGÊNIO**. UNIMONTES. Minas Gerais – Brasil. 2019.

OLIVEIRA, R. P.; GREGO, C. R.; BRANDÃO, Z. N. **Geoestatística aplicada na Agricultura de Precisão utilizando o Vesper**. 23. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

PEREIRA, LUANA MARQUES et al. Correlação da produtividade da soja com os atributos químicos do solo e o NDVI. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 430-438, 2021.

PETTER, Rudimar Luís et al. **Análise geoestatística de aspectos espectrais-biofísicos e sua relação com a produtividade da cultura da soja**. 2019.

QUEIROZ, D. de M.; DIAS, G. de P.; MANTOVANI, E. de C. **Agricultura de precisão na produção de grãos**. In: BORÉM et al. (Eds.). Agricultura de Precisão. Viçosa: UFV, 2000. p.1-42.

REGHINI, Fernando Lucas; CAVICHIOLI, Fábio Alexandre. **Utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão**. Revista Interface Tecnológica, v. 17, n. 1, p. 329-339, 2020.

ROCHA, Carolina et al. **FOSFATO MONOÂMÔNICO E SUPER FOSFATO SIMPLES COMO FONTE DE FÓSFORO PARA ADUBAÇÃO DE PASTAGEM**. 2022.

ROCHA, Sandro Lamarca et al. **Canais de comercialização de banana in natura no Brasil**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 16p, 2021.

ROCHA, Sandro Lamarca et al. **Canais de comercialização de banana in natura no Brasil**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 16p, 2021.

RUGGIERO, Carlos et al. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos para produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996.

SANCHEZ, Rodrigo Baracat et al. Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedofomas. **Bragantia**, v. 68, p. 1095-1103, 2009.

SANTI, Antônio.; L.; SEBEM, Elódio; Giotto, Enio; Amado, Telmo Jorge C. **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1.ed.-Santa Mariana: CESPOL, 2016. 309 p.; il.

SANTOS, A. O.; VALERIANO, M. M.; MAZIERO, J. V. G.; CAVALLI, A. C. **Opportunities and limitations for the application of simulation and modeling as a support for precision farming**. Acta Scientiarum, Maringá, v. 23, n. 6, p. 1509 – 1517, 2001.

SANTOS, André Luís Pereira et al. **Atributos químicos do solo em áreas de produção de Banana (Musa spp.)**. Research, Society and Development, v. 10, n. 10, p. e233101018727-e233101018727, 2021.

SANTOS, Fernanda Dias dos et al. FATORES QUE AFETAM A DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES NO SOLO. **Tecno-Lógica**, v. 25, n. 2, 2021.

SANTOS, M. L.; CARVALHO, M. P.; RAPASSI, R. M. A.; MURAISHI, C. T.; MALLER, A.; MATOS, F. A. **Correlação linear e espacial entre produtividade de milho e atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico sob plantio direto do cerrado brasileiro**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v.28, n.3, p.313-321, 2006.

SARNAGLIA, Gildasio Ribeiro. **Sistemas de manejo da entrelinha do Coffea canephora influenciando as perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica**. Colatina: Instituto Federal do Espírito Santo, 2023.

SiBCS. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, A. S. A. da et al. **Comparison of interpolation methods for spatial distribution of monthly precipitation in the state of pernambuco, Brazil**. 2019. Citado 7 vezes nas páginas 1, 2, 4, 5, 11, 12 e 14.

SILVA, C. S. et al. **Análise multivariada e geoestatística no estudo da distribuição espacial de atributos do solo e da vegetação**. Silvicultura e Manejo Florestal: Técnicas de Utilização e Conservação da Natureza, v. 1, p. 1-15, 2020a.

SILVA, Cosme Ângelo da et al. **Composição química de solo para implantação de Musa sp. no Município de Teotônio Vilela-AL**. 2021b.

SILVA, Eudocio Rafael Otavio et al. **Intensidades amostrais para análise geoestatística da acidez de solo em produção orgânica de banana 'Princesa'**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 3, p. 13630-13640, 2020.

SILVA, F. M.; SOUZA, Z. M.; FIGUEIREDO, C. A. P.; VIEIRA, L. H. de S.; OLIVEIRA, E. de. **Variabilidade espacial de atributos químicos e produtividade da cultura do café em duas safras agrícolas**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.32, n.1, p.231-241, 2008.

SILVA, José Tadeu Alves da; SILVA, Inêz Pereira; PEREIRA, Rosimeire Dantas. **Adubação fosfatada em mudas de bananeira 'Prata Anã'(AAB), cultivadas em dois latossolos.** Revista Ceres, v. 58, p. 238-242, 2011.

SILVA, Kaline Soares; MOURA, Albert Einstein Spíndola Saraiva. **MONITORAMENTO TÉRMICO POR MEIO DE SENSORES EM CULTIVO DE MORANGO.** COINTER PDVAgro. VI Congresso internacional das Ciências agrárias 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.31692/2526-7701.VICOINTERPDVAgro.0248>>. Acesso em:21/04/2022.

SILVA, Maurício et al. **Cultivo orgânico da bananeira 'BRS Tropical'sob irrigação e uso de cobertura orgânica no solo.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 13, n. 3, p. 3487, 2019.

SILVA, R. B. P., PINHEIRO, E. N., CAMPOS, M. C. C., LIMA, A. F. L., dos Santos, L. A. C., BRITO FILHO, E. G., & CUNHA, J. M. **ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS EM ÁREA DE CEMITÉRIOS NA AMAZÔNIA, BRASIL.** 2021.

SILVA, Valdinéia Gusmão et al. **ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DA FERTILIDADE DO SOLO EM MORRO DO CHAPÉU-BA.** 2023.

SILVEIRA, P. M.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SILVA, S. C.; CUNHA, A. A. **Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.10, p.2057-2064, 2000.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. **Nutrição e adubação potássica em Eucalyptus.** Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 91, 2000.

SIMONETTI, Vanessa Cezar; ROSA, André Henrique. **REFLEXOS AMBIENTAIS DA PERDA DE NUTRIENTES DO SOLO POR EROÇÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAJIBU-MIRIM (SP).** 2022.

SOUZA, Z. M; BARBIERI, D. M; MARQUES JÚNIOR, J; PEREIRA, G. T; CAMPOS, M. C. C. **Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um latossolo na aplicação de insumos para cultura da cana-de-açúcar.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.31, n.2, p. 371-377, 2007.

TEIXEIRA, Luiz Antônio Junqueira et al. **Nitrogênio e potássio em bananeira via fertirrigação e adubação convencional-atributos químicos do solo.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 29, p. 143-152, 2007.

TREMEA, Cesar Bochi. **PROPOSTA DE ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO EM UMA PROPRIEDADE RURAL: MODELO DE MELHORIA DE PROCESSOS POR MEIO DA AGRICULTURA 4.0.** 2023.

TSCHIEDEL, Mauro; FERREIRA, Mauro Fernando. **Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens.** Ciência Rural, v. 32, p. 159-163, 2002.

VIANA, Ayrton Farias et al. **Produção de bananeira 'Prata Anã'sob adubações de potássio e magnésio em área irrigada com água calcária na localidade de Januária-MG.** Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e573986093-e573986093, 2020.

Vidigal, S.M., Puiatti, M. & Moreira, A.M.. **Nutrição e adubação da abóbora híbrida tetsukabuto/moranga**. EPAMIG. Circular Técnica, n.336, mar. 2021.