

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO VALE DO RIBEIRA

**“DIAGNOSE DA INTERAÇÃO ENTRE FÓSFORO E ZINCO EM ÁREAS DE
PRODUÇÃO COMERCIAL DE BANANA NO VALE DO RIBEIRA PAULISTA”**

Trabalho original de pesquisa

Cassiano Murat de Almeida

Trabalho de Graduação apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do
Ribeira Paulista - UNESP, para graduação em
ENGENHARIA AGRÔNOMICA.

Registro-SP

1º SEMESTRE/2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO VALE DO RIBEIRA

**“DIAGNOSE DA INTERAÇÃO ENTRE FÓSFORO E ZINCO EM ÁREAS DE
PRODUÇÃO COMERCIAL DE BANANA NO VALE DO RIBEIRA PAULISTA”**

Cassiano Murat de Almeida

Orientador: Prof. Assoc. Danilo Eduardo Rozane

Trabalho de Graduação apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do
Ribeira Paulista - UNESP, para graduação em
ENGENHARIA AGRÔNOMICA.

Registro-SP

1º SEMESTRE/2025

A447d Almeida, Cassiano Murat
Diagnose da interação entre fósforo e zinco em áreas de produção comercial de banana no Vale do Ribeira Paulista / Cassiano Murat Almeida. -- Registro, 2025
26 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Registro
Orientador: Danilo Eduardo Rozane

1. Bananicultura. Vale do Ribeira. Fósforo. Zinco.. I. Título.

CERTIFICADO

TRABALHO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

TÍTULO: "DIAGNOSE DA INTERAÇÃO ENTRE FÓSFORO E ZINCO EM ÁREAS DE PRODUÇÃO COMERCIAL DE BANANA NO VALE DO RIBEIRA PAULISTA"

ACADÊMICO: Cassiano Murat de Almeida

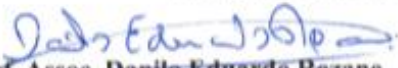
ORIENTADOR: Prof. Assoc. Danilo Eduardo Rozane

PERÍODO: 9º Semestre 5º Ano

Aprovado: ☒

Reprovado: ☐

BANCA EXAMINADORA:

Presidente  Prof. Assoc. Danilo Eduardo Rozane

Membro  Profa. Dra. Maria Cândida de Godoy Gasparoto

Membro  Profa. Dra. Silvia Helena Modenese Gorla da Silva

Registro, 13 / 05 / 2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais, Antônio Gomes de Almeida e Edmea Pereira Murat, por todo apoio durante minha trajetória acadêmica e de vida, sem eles nada disso seria possível. À minha companheira de vida, Ana Flávia Tavares Moraes, a qual me foi apresentada graças à universidade e que esteve comigo em grande parte de minha jornada. Sem ela, acredito que nunca teria vivido momentos tão únicos nessa caminhada.

Meus colegas de turma, por todas as conversas, brincadeiras, discussões, trocas de conhecimento e outros momentos que apenas a academia pode nos proporcionar, tudo isso me fez ver com outros olhos, coisas que às vezes poderiam passar despercebidas.

A todos os professores, que, por meio de inúmeras horas de aulas, conversas, viagens e outros eventos, nunca mediram esforços para nos transmitir o conhecimento que por séculos vem sendo passado e aprimorado.

A todos servidores, os quais, por mais que muitas vezes passavam despercebidos por nossos olhares ou não tenhamos contato tão direto, se fazem essenciais para funcionamento de todo o corpo e estrutura acadêmica.

De forma especial, agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane, por topar a ideia de realizar esse trabalho e por todo apoio em sala de aula e na rotina laboratorial.

Agradeço ao Cassiano, que quando pequeno era curioso, estava sempre querendo entender como tudo funcionava, que adorava a natureza e tudo que ela nos fornece, que por meio desse desejo pelo saber, sempre se colocava onde poderia agregar algo em sua vida e que nunca desistiu, mesmo quando às vezes as coisas não saiam como o planejado, sem toda essa vontade, talvez hoje eu não fosse quem sou.

À Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais-FEPAF, pelo auxílio financeiro durante todo período do estudo, permitindo minha permanência e continuidade na pesquisa.

E por final, à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - FCAVR, pela oportunidade de desenvolvimento pessoal e profissional, minha jornada aqui não acabou, pois é como dizem “uma vez UNESP, sempre UNESP!”.

Meu mais sincero Obrigado!

RESUMO

A bananicultura é uma atividade agrícola de grande representatividade no mercado, sendo a fruta mais consumida no mundo, o que destaca a importância de estudos nessa área. Historicamente, no Vale do Ribeira, o uso de fertilizantes formulados ocorre sem as devidas recomendações, podendo causar efeitos residuais significativos e prejudicar outros aspectos da produção. O presente estudo tem como objetivo avaliar a relação entre as concentrações de fósforo (P) e zinco (Zn) nos solos de bananais de produção comercial na região. A pesquisa foi realizada com produtores de Registro, Sete Barras e Pariquera-Açu, onde foram coletadas e analisadas amostras de solo de 30 talhões homogêneos, divididos conforme as características geográficas de cada local. Cada amostra completa foi formada por 15 amostras simples por talhão, todas as áreas analisadas são compostas por bananeiras (*Musa sp.*) da variedade 'Nanica', grupo gnômico AAA subgrupo 'Cavendish'. Os dados foram analisados com base no modelo estatístico de Wilks Lambda, modelo adequado quando se trabalha com não homogêneos. Assim foi obtida correlação positiva nos teores de Zn para diferentes produtores e diferentes cidades, não houve diferença estatística para teores de P nos diferentes produtores e cidades. Os elevados teores de P podem comprometer a absorção do Zn pela planta.

Palavras-chave: Bananicultura. Vale do Ribeira. Fósforo. Zinco.

ABSTRACT

Banana farming is a highly representative agricultural activity in the market, and is the most consumed fruit in the world, which highlights the importance of studies in this area. Historically, in the Ribeira Valley, the use of formulated fertilizers has occurred without proper recommendations, which can cause significant residual effects and harm other aspects of production. The present study aims to evaluate the relationship between phosphorus (P) and zinc (Zn) concentrations in the soils of commercially produced banana plantations in the region. The research was conducted with producers from Registro, Sete Barras and Pariquera-Açu, where soil samples were collected and analyzed from 30 homogeneous plots, divided according to the geographic characteristics of each location. Each complete sample consisted of 15 simple samples per plot; all areas analyzed are composed of banana trees (*Musa* sp.) of the 'Nanica' variety, genomic group AAA, subgroup 'Cavendish'. The data were analyzed based on the Wilks Lambda statistical model, a model suitable for working with non-homogeneous species. Thus, a positive correlation was obtained in Zn levels for different producers and different cities, there was no statistical difference for P levels in different producers and cities. High P levels can compromise the absorption of Zn by the plant.

Keywords: Banana farming. Vale do Ribeira. Phosphorus. Zinc.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Histograma dos teores de P.

Figura 2: Histograma dos teores de Zn.

Figura 3: Análise do coeficiente de determinação entre teores de P x Zn.

Figura 4: Teste de Wilks Lambda para teores de P de diferentes cidades.

Figura 5: Teste de Wilks Lambda para teores de P de diferentes produtores.

Figura 6: Teste de Wilks Lambda para teores de Zn de diferentes cidades.

Figura 7: Teste de Wilks Lambda para teores de Zn de diferentes produtores.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Teores de P e Zn das diferentes propriedades e produtores avaliados.

Tabela 2: Valores de Média, Desvio Padrão e Erro Padrão.

Tabela 3: Classes de interpretação de resultados de análises de solo para fósforo extraído com a resina trocadora de íons de acordo com os grupos de culturas segundo o livro “Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem”.

Tabela 4: Classes de interpretação da disponibilidade de Zn em solos tropicais e subtropicais segundo o livro “Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem”.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 VALE DO RIBEIRA	3
2.2 BANANICULTURA	4
2.3 INTERAÇÃO P x Zn	4
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
5 CONCLUSÃO	13
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

1 INTRODUÇÃO

A banana é a fruta fresca mais consumida no mundo. Além de maior consumidor mundial, o Brasil é o quarto maior produtor, com 6,6 milhões de toneladas produzidas em 455 mil hectares, metade originária da agricultura familiar. O setor fatura cerca de R\$13,8 bilhões por ano e gera 500 mil empregos diretos. Devido ao seu preço acessível, a banana tem importante papel social (Embrapa, 2021).

Segundo dados do IBGE (2023) o estado de São Paulo é o maior produtor da fruta, com cerca de 25% da produção nacional, a maior parte disso está na região do Vale do Ribeira, conhecida pela bananicultura e outras atividades agrícolas. A região é constituída basicamente de pequenos produtores, onde o acesso à informação e assistência técnica especializada é carente, o que nos traz diversos problemas relacionados ao manejo.

A bananeira é uma erva perene semelhante a uma árvore. É uma erva porque não possui tecidos lenhosos e o caule frutífero morre após a estação de crescimento. É uma planta perene porque os brotos que surgem dos brotos laterais do rizoma se desenvolvem e se transformam em caules frutíferos (Promusa, 2025). A bananeira é considerada uma planta bastante rústica, mas ao mesmo tempo tem uma exigência nutricional elevada, historicamente a região tem relatos do uso excessivo de fertilizantes ricos em fósforo, o que pode ser provado em laudos de análise de solo, onde observamos rotineiramente concentrações muito elevadas do elemento.

Tem-se conhecimento de que a interação P x Zn tem caráter competitivo, onde o elemento em maior concentração acaba por inibir a absorção do elemento em menor concentração, causando assim deficiência do mesmo nas plantas, isso pode gerar possíveis prejuízos na produção.

Na bananicultura a deficiência de Zn tem sintomas bem característicos, como a formação de “bananas geminadas” ou “bananas duplas”, o zinco atua na atividade meristemática para a síntese de triptofano, no crescimento estrutural, na síntese de aminoácidos (Embrapa, 2012). A deficiência de zinco em algumas plantas pode induzir à esterilidade do grão de pólen e reduzir de forma direta a produtividade (Pereira et al. 2007).

A produção agrícola voltada a comercialização tem diversos aspectos que podem influenciar diretamente em seus resultados, quando pensamos em grande escala, os problemas se tornam mais relevantes e de difícil controle, uma nova praga ou doença,

mudanças no clima, variações no mercado, entre outras situações que podem estar fora de controle, variáveis que muitas vezes independem da ação do homem. Deste modo, se faz necessário entender melhor a dinâmica da produção e antecipar aquilo que for possível para evitar ou diminuir os prejuízos causados por esses possíveis eventos.

Um dos principais aspectos quando pensamos em produtividade e qualidade é a nutrição, suprir a demanda nutricional de uma cultura agrícola é um ponto crucial para o resultado final, é a garantia de saber que foi fornecida toda a base necessária para seu desenvolvimento, além disso, é importante realizar a avaliação do estado nutricional das plantas, considerando a interação entre os nutrientes, ou seja, a capacidade que um determinado nutriente tem de alterar a concentração de outro devido ao antagonismo, à inibição ou ao sinergismo entre ambos (Malavolta et al., 1997).

Portanto, é importante saber que algumas características de solo, clima, cultivar, entre outros, podem influenciar em como a fonte nutricional irá disponibilizar os elementos necessários, e como os mesmos irão interagir no solo e depois de serem absorvidos pela planta, assim tornando possível entender qual conjunto de características pode conferir melhores resultados na produção.

Deste modo, o presente estudo teve como intuito, avaliar a relação dos níveis de fósforo em solos de bananais de produção, para entender se os elevados teores do elemento podem ter relação com a indução a deficiência de zinco observada em grande parte das propriedades.

1.1 Objetivo

O presente trabalho teve por objetivo, avaliar as concentrações de P e Zn no solo de bananais comerciais do Vale do Ribeira e entender se as mesmas se encontram em níveis que, podem ser prejudiciais para a cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Vale Do Ribeira

O Vale do Ribeira abrange 30 municípios de dois estados, São Paulo (área de 18.112,80 Km²), com 23 municípios e Paraná (área de 6.079,30 Km²) com 7 municípios, Registro é a maior cidade da região, em números de habitantes (cerca de 59.947) é considerada a "Capital" do Vale do Ribeira (IBGE, 2022).

Os municípios que compõem a Região do Vale do Ribeira paulista, de acordo com Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2019), estão entre os mais frágeis do Estado de São Paulo, com valores médios de Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 24,6 mil e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,711 para a Região do Vale do Ribeira.

O território resguarda o maior contínuo de Mata Atlântica do Brasil e ampla complexidade sociocultural. Está localizado entre metrópoles de grande importância (São Paulo, Campinas, Santos, Sorocaba e Curitiba), possui 25 municípios totalizando aproximadamente 450 mil habitantes e ocupa cerca de 7% da área do estado de São Paulo (SILVA, 2016). O Vale do Ribeira é composto por remanescentes de Mata Atlântica relevantes para o Brasil, constituindo uma grande reserva do patrimônio natural do estado de São Paulo, além de ser considerada a maior área de preservação florestal do bioma de mata atlântica da região Sudeste do Brasil, de forma que a região foi declarada Patrimônio Natural da Humanidade pela UNESCO (NAREZI, 2018).

Historicamente, o Vale do Ribeira desenvolveu-se com o ciclo escravista do ouro e do arroz, passando pelas culturas do chá e da banana na fase da colonização nipônica, incrementado pela diversificação das atividades econômicas nos últimos anos (Brasil, 2010). A maior parte das propriedades são de agricultura familiar, a partir do governo brasileiro, é possível definir que agricultura familiar é aquela praticada por agricultores que utilizem mão-de-obra familiar, contando com até dois empregados permanentes, que não detém de áreas superiores a quatro módulos fiscais, residentes na propriedade ou em povoado próximo, sendo que no mínimo 80% de sua renda bruta familiar anual é proveniente do exercício da atividade (BRASIL, 2015).

2.2 Bananicultura

A bananeira do gênero *Musa*, pertence à família das Musaceae e é originária do continente Asiático, sendo também reconhecidos outros centros de origem secundários na África e nas ilhas do Pacífico. Uma das principais características fisiológicas da bananeira é a presença do “falso” tronco, formado pelas bainhas das folhas superpostas. O caule da bananeira é na verdade um rizoma subterrâneo, e os “frutos”, as bananas, tratam-se de pseudobagas (Sena, J. V. C. 2011).

A banana já era cultivada pelas populações indígenas do Brasil à época do seu descobrimento, existindo aqui, pelo menos, duas variedades da fruta, provavelmente a ‘Branca’ e a ‘Pacova’. Daquela época até o início do século passado, o cultivo era semiextrativista, consistindo praticamente em práticas de plantio, em algumas roçadas e em colheita (Moreira e Cordeiro, 2006).

A bananeira (*Musa* sp.) é uma das fruteiras mais cultivadas nos países tropicais, e seu fruto, um dos mais consumidos no mundo, podendo ser processada, frita, cozida e consumida in natura, e também pelas suas características de sabor, aroma, higiene e facilidade de consumo in natura (DONATO et al., 2006).

Segundo dados do IBGE (2012) o Vale do Ribeira é a principal região produtora do estado de São Paulo, com produção, em 2010, de cerca de 835,3 mil toneladas da fruta (67,8% do Estado) em cerca de 33,5 mil ha (60,0% do Estado).

A bananeira é uma planta herbácea de rápido crescimento e de grande porte, que chega a produzir mais de 300 toneladas de matéria fresca por hectare, por safra. Assim, é uma cultura que consome altos volumes de água e de nutrientes. Dos nutrientes absorvidos, a maior parte retorna ao solo e é reciclada. Mesmo assim, é alta a necessidade de adubação, para repor a quantidade de nutrientes exportada pelas colheitas e as perdas no ciclo dos nutrientes no solo (LICHTENBERG; LICHTENBERG, 2011).

2.3 Interação P X Zn

A interação P-Zn é amplamente discutida na literatura, sendo que o alto teor de P disponível para a planta induz a menor absorção de Zn (SANTOS, E. F. dos. 2018).

Muitos trabalhos mostraram que a deficiência de Zn está associada a altos níveis de P disponível no solo, ou que pode ser induzida pela aplicação de adubos fosfatados.

Quando esta desordem nutricional pode ser prevenida ou corrigida pelo fornecimento de Zn, o fenômeno é conhecido na literatura como "deficiência de Zn induzida pelo fosfato"(LOPEZ, O. E.; MALAVOLTA, E. 1974).

Considerando que existem informações controversas sobre os efeitos da interação P (fósforo) Zn (zinco), tem-se a hipótese que a interação P-Zn é uma resposta ao somatório de relações nutricionais que ocorrem na planta e no solo, implicando na modificação do desenvolvimento vegetal (SANTOS, E. F. dos. 2018).

Segundo Camargo (1991), o Zn adsorve-se na superfície de óxidos na presença de íons fosfatos aumentando a adsorção do nutriente por óxidos de Fe e Al amorfos. Na planta, a inibição na absorção é do tipo não competitiva (MALAVOLTA et al., 1997), necessitando de um íon acompanhante (nitrato, cloreto, sulfato) para que a deficiência de Zn em solos com alta concentração de P disponível seja minimizada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na região do Vale do Ribeira Paulista, em bananais comerciais das cidades de Registro, Sete Barras e Pariquera-Açu. Os municípios que compõem a Região, de acordo com Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2019).

O clima da região é classificado como tropical úmido sem época de seca e com uma média de precipitação de 1682,9 mm ao ano (EMILIANO, 2022).

Foram selecionados 30 talhões homogêneos quanto a características de solo e relevo, em diferentes propriedades das cidades mencionadas. Para obtenção dos teores de P e Zn, em cada talhão, foram coletadas 15 amostras simples na camada de 0-20cm, sempre logo a frente da planta “filha”, as plantas foram escolhidas ao acaso, sempre em zigue-zague. Para amostragem, foi utilizado um trado do tipo “holandês”, as amostras simples foram misturadas e homogeneizadas para compor uma amostra completa, para fins de análise química. Todas as amostras foram coletadas no período de agosto de 2022 à outubro de 2022.

O numero de 15 amostras simples por talhão foi estipulado com base no estudo de Hernandes (2011) em que, a coleta de 14 amostras simples de solo para formar uma amostra composta seria suficiente para avaliar a fertilidade média de uma gleba, na camada de 0–0,20 m. Oliveira et al. (2007) calcularam, para os três índices de fertilidade do solo com maior variabilidade ($P > Mg^{2+} > K^{+}$), que a coleta de 10 a 20 amostras simples de

solo para formar uma amostra composta seria suficiente para avaliar a fertilidade média de uma gleba, admitindo-se um erro de 20% em torno da média.

As coletas foram realizadas em bananais comerciais em plena produção e já estabelecidos, todos da variedade “nanica” (*Musa sp*) grupo genômico AAA, sub-grupo “Cavendish”.

As amostras foram analisadas no “Laboratório de Diagnose de Solo, Planta e Fisiologia Vegetal” na Universidade Estadual Paulista - Unesp - Câmpus de Registro Unidade Agrochá e no “Laboratório de Fertilidade do Solo” do Instituto Agrônomo de Campinas-IAC.

As leituras de P foram realizadas segundo o método de resina de troca de íons, cujo o princípio de extração é a substituição de ânions pela troca de ligantes, processo que mais se aproxima da interface raiz-solução do solo (Boletim 100, 2022).

Para obtenção dos teores de Zn foi utilizado a mistura complexante de DTPA-TEA a Ph 7,3, metodologia mais utilizada no Brasil (Boletim 100, 2022).

Para interpretação dos resultados, foi utilizado o modelo estatístico de Wilks Lambda, esse modelo foi considerado o mais adequado, tendo em mente que os dados obtidos eram desuniformes em relação ao número de amostras por produtor e cidade. Torna-se o teste mais adequado, uma vez que a intenção do trabalho era de avaliar a relação entre os teores de dois elementos em diferentes locais e concentrações, a fim de entender a significância das diferenças entre os valores obtidos correlacionados entre si.

Os resultados obtidos foram interpretados de acordo com tabelas já existentes em manuais técnicos referentes a adubação em solos tropicais, como o “Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem” (CANTARELLA *et al.*, 2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise de solo, foram obtidos os teores de P e Zn das propriedades avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1: Teores de P e Zn das diferentes propriedades e produtores avaliados.

Amostra	Propriedade	Produtor	Município	P resina mg dm ³	Zn mg dm ³
1	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	16,4	0,44

2	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	24,6	0,44
3	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	14,7	0,33
4	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	13,7	0,33
5	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	10,6	0,55
6	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	12,6	0,77
7	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	7,4	0,54
8	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	11,7	0,72
9	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	9,3	0,50
10	A	Produtor 1	Pariquera-Açu	26,4	1,70
11	B	Produtor 2	Pariquera-Açu	170	0,4
12	B	Produtor 2	Pariquera-Açu	299	0,9
13	B	Produtor 2	Pariquera-Açu	170	0,4
14	B	Produtor 2	Pariquera-Açu	236	1,7
15	B	Produtor 2	Pariquera-Açu	299	0,9
16	B	Produtor 2	Sete Barras	195	5,6
17	B	Produtor 2	Sete Barras	164	6,4
18	B	Produtor 2	Sete Barras	121	8,2
19	B	Produtor 2	Sete Barras	165	9
20	B	Produtor 2	Sete Barras	398	12,4
21	C	Produtor 3	Sete Barras	210	8,7
22	C	Produtor 3	Sete Barras	128	8,7
23	C	Produtor 3	Sete Barras	42	10,0
24	C	Produtor 3	Sete Barras	35	10,0
25	C	Produtor 3	Sete Barras	143	10,0
26	D	Produtor 4	Registro	186	5,4
27	D	Produtor 4	Registro	60	1,9
28	D	Produtor 4	Registro	69	1,6
29	D	Produtor 4	Registro	53	0,9
30	D	Produtor 4	Registro	23	0,7

Foi realizada a estatística descritiva apresentando a distribuição dos dados através de histogramas dos teores de P (Figura 1) e dos teores de Zn (Figura 2).

Figura 1: Histograma dos teores de P.

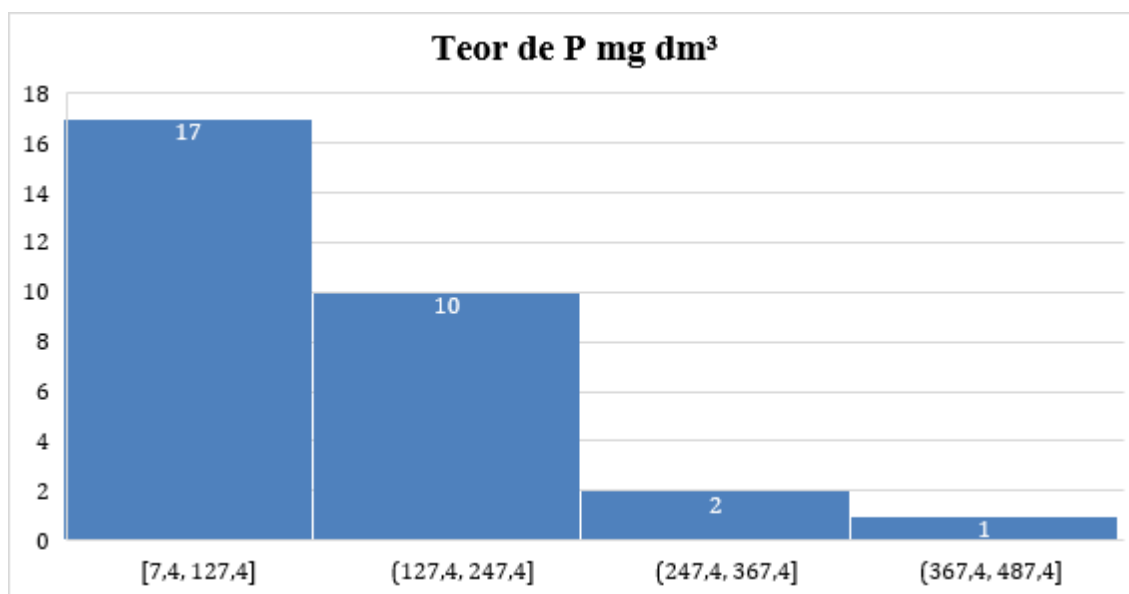
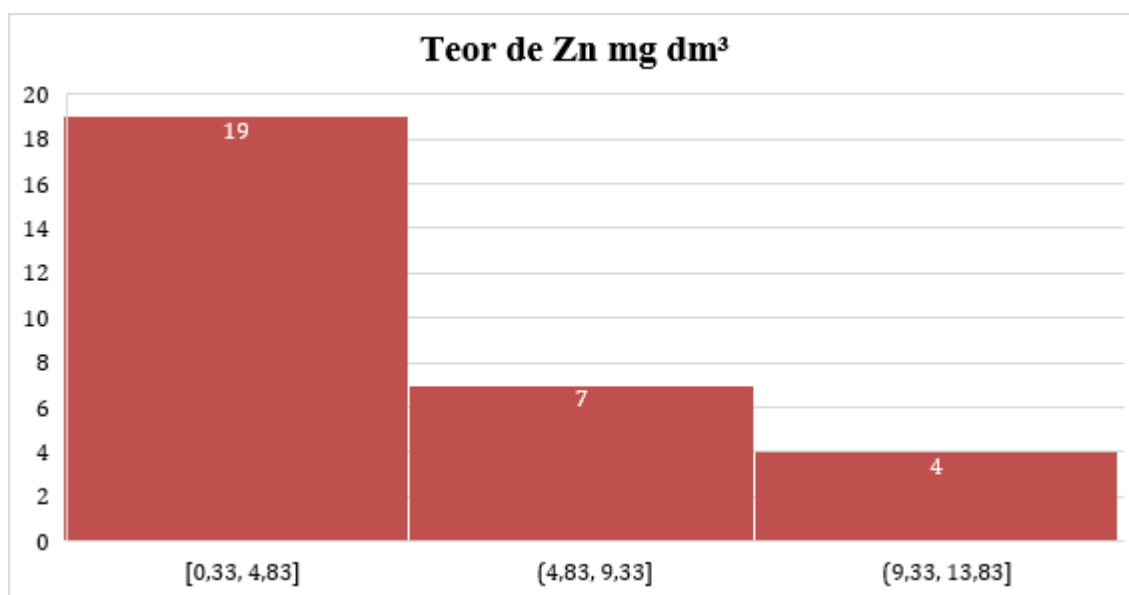


Figura 2: Histograma dos teores de Zn.



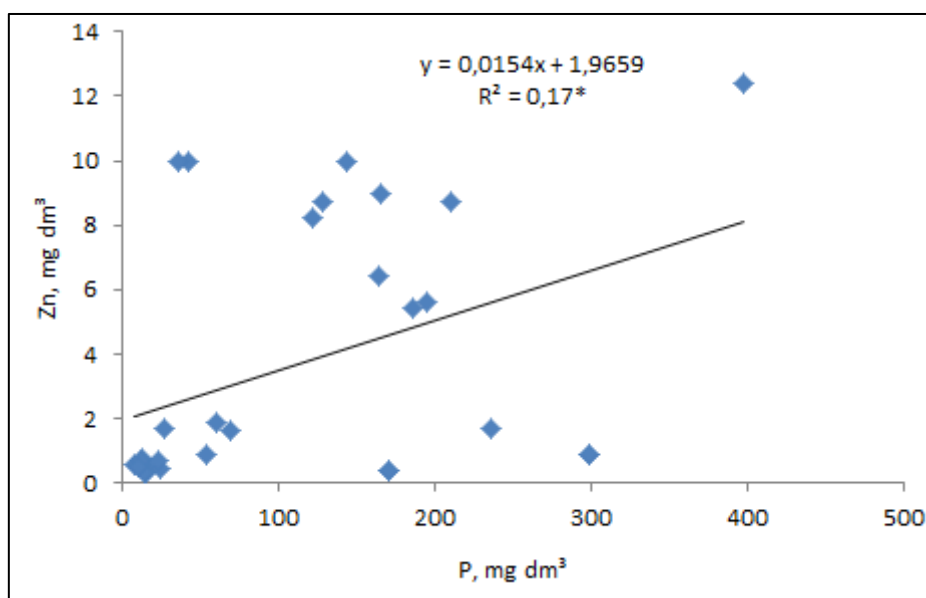
Foi realizada a distribuição dos valores de P e Zn de acordo com o local de coleta das amostras, os quais foram obtidos as médias, desvio padrão e erro padrão (Tabela 2).

Tabela 2: Valores de Média, Desvio Padrão e Erro Padrão.

		P mg dm ³	P mg dm ³	P mg dm ³	Zn mg dm ³	Zn mg dm ³	Zn mg dm ³
Cidade	n	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
	30	110,450	105,740	19,3054	3,67066	4,01890	0,73374
		9	5	9	7	6	9
Pariquera- Açu-SP	15	88,1017	112,883	29,1462	0,70800	0,44412	0,11467
			0	6	0	4	2
Sete Barras- SP	10	160,100	101,539	32,1096	8,90000	1,93218	0,61101
		0	8	9	0	4	0
Registro-SP	5	78,2000	62,6873	28,0346	2,10000	1,90918	0,85381
				2	0	8	5

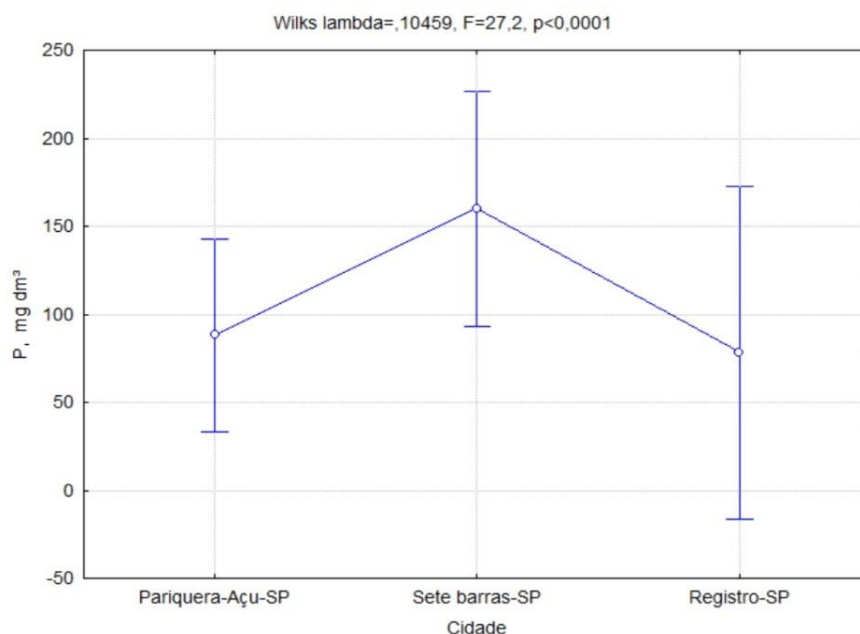
Realizada a análise do coeficiente de determinação entre os valores de P x Zn obteve-se $r^2 = 0,17$ (Figura 3).

Figura 3: Análise do coeficiente de determinação entre teores de P x Zn.



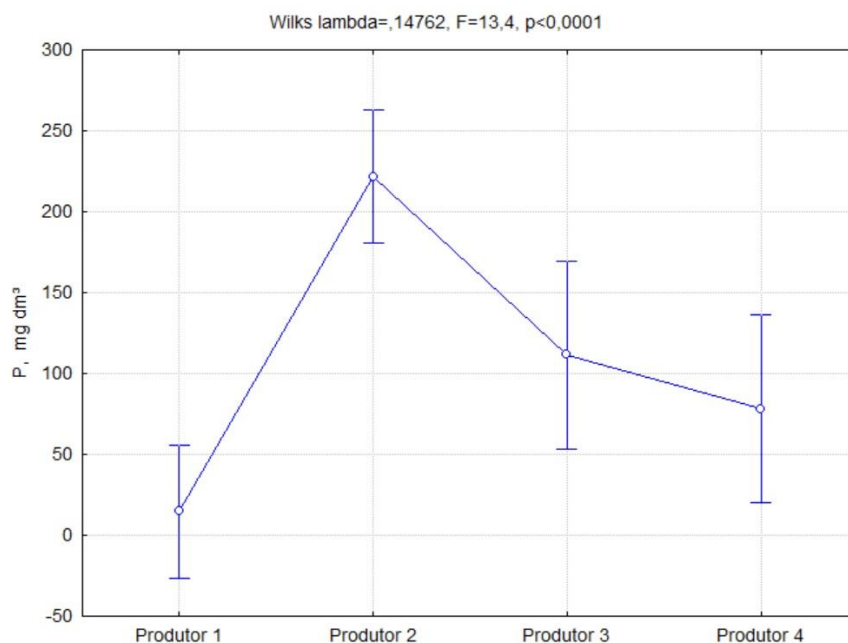
Para os teores de P obtidos das diferentes cidades, segundo o teste de Wilks Lambda ($F=27,2$ $p<0,0001$), não houve diferença estatística (Figura 4).

Figura 4: Teste de Wilks Lambda para teores de P de diferentes cidades.



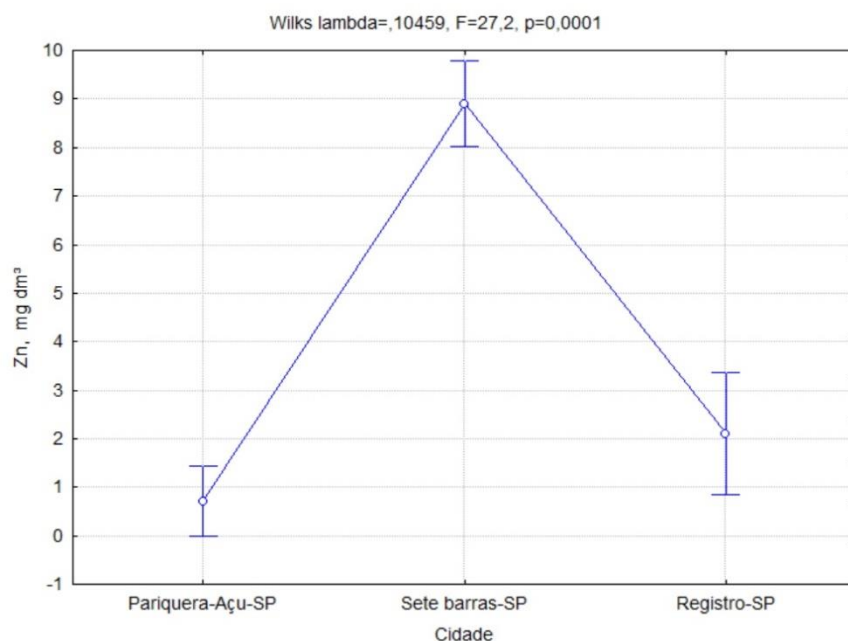
Para os teores de P obtidos entre os produtores, segundo teste de Wilks Lambda (F=13,4 e p<0,0001), obteve-se diferença estatística para o produtor 2 (Figura 5).

Figura 5: Teste de Wilks Lambda para teores de P de diferentes produtores.



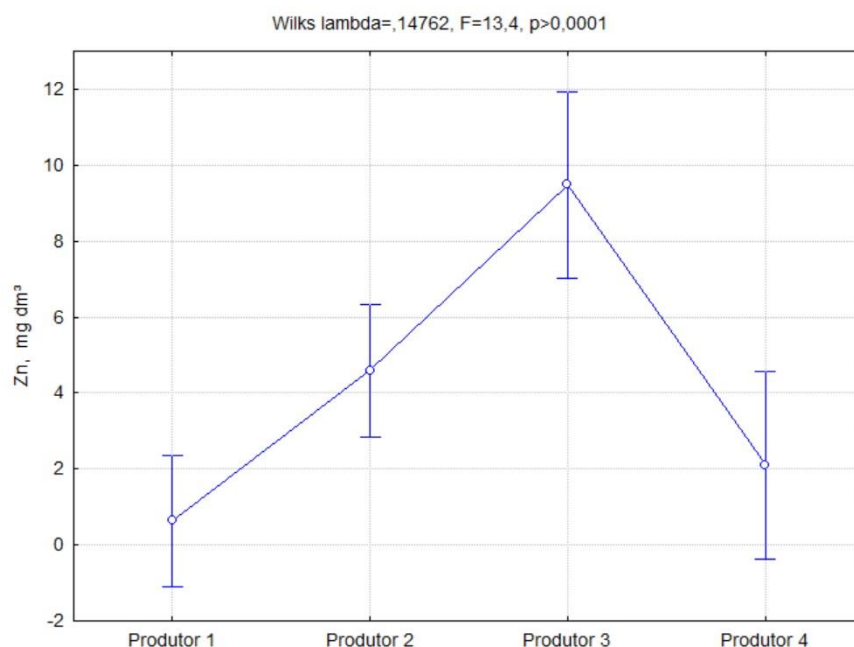
Para teores de Zn de diferentes cidades, segundo teste de Wilks Lambda (F=27,2 e p=0,0001), obtendo diferença estatística para cidade de Sete Barras-SP (Figura 6).

Figura 6: Teste de Wilks Lambda para teores de Zn de diferentes cidades.



Para teores de Zn de diferentes produtores, segundo teste de Wilks Lambda ($F=13,4$ e $p>0,0001$), com diferença estatística para o produtor 3 (Figura 7).

Figura 7: Teste de Wilks Lambda para teores de Zn de diferentes produtores.



Os teores de P se mostraram bastante elevados, algo que já era esperado, tendo em vista o histórico das propriedades, segundo Boletim 100 (2022), para culturas perenes, teores de P acima de 60 mg dm³ são considerados muito altos (Tabela 3), a média da

concentração de P nas propriedades amostradas foi de 110,45 mg dm³, com valores máximos de 398,0 mg dm³, concentrações extremamente altas.

Tabela 3: Classes de interpretação de resultados de análises de solo para fósforo extraído com a resina trocadora de íons de acordo com os grupos de culturas segundo o livro “Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem”.

Classes de teores	Produção relativa	Culturas perenes
	%	mg dm ³
Muito baixo	<70	<5
Baixo	70-90	5-15
Médio	90-100	16-40
Alto	>100	41-60
Muito Alto	>100	>60

Os teores de Zn seguiram um padrão parecido, onde, na maioria das amostras, concentrações mais levedas de P também estavam ligadas a teores mais elevados de Zn, mesmo assim o mesmo ainda se encontrava abaixo da faixa de suficiência para cultura.

Tabela 4: Classes de interpretação da disponibilidade de Zn em solos tropicais e subtropicais segundo livro “Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem”.

Classes de teores	Culturas perenes
	mg dm ³
Baixo	<5,0
Médio	5,0-10,0
Alto	>10,0

Porém, diferente dos teores de P, que em grande parte dos casos se encontrava muito acima dos níveis considerados normais, os teores de Zn se mostram abaixo do ideal ou em uma pequena parte medianos, segundo Boletim 100 (2022), valores menores que 5,0 mg dm³ são considerados baixos para culturas perenes (Tabela 4), na maior parte das amostras avaliadas resultaram em concentrações abaixo disso, a média da concentração de Zn para as áreas avaliadas foi de 3,6 mg dm³.

Uma possível hipótese para os baixos teores de Zn é a alta concentração de P, em casos assim, a baixa extração do Zn disponível no solo pelo DTPA possivelmente esteja

relacionada à maior adsorção desse micronutriente aos coloides de carga variável, como consequência da ligação do zinco às superfícies dos sesquióxidos de Fe e Al através das moléculas de fosfatos adsorvidas (Barrow, 1987).

Em razão disso podemos imaginar que o mesmo pode ocorrer na interação SOLO x PLANTA, a competição pela absorção torna-se mais importante quando a concentração de um determinado elemento está muito alta no solo. Nessa condição, o nutriente em excesso passa a utilizar as proteínas menos específicas de outro nutriente, diminuindo sua absorção (Pauletti, 2020).

Outro aspecto importante de se pensar é a poluição, o uso excessivo de fertilizantes fosfatados pode contribuir para eutrofização de corpos d'água, Sobrinho e Heinen (2012) explicam que a eutrofização resulta do enriquecimento excessivo da água por nutrientes, sendo causada principalmente pela descarga de fertilizantes, águas pluviais urbanas, detergentes, rejeitos industriais e dejetos orgânicos.

5 CONCLUSÃO

Deste modo, pode-se concluir que, os resultados obtidos indicam que altos teores de fósforo no solo podem interferir negativamente na absorção de zinco pelas plantas, possivelmente devido à competição entre esses nutrientes nos mecanismos de absorção radicular.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados obtidos, não podemos afirmar definitivamente se realmente os altos teores de P estão, de fato, competindo com o Zn no solo, pois não temos dados suficientes para compreender essa relação, porém tem-se todos os indícios de que isso está ocorrendo.

Para estudos futuros, pode-se pensar na adoção de uma metodologia que avalie melhor a interação, definir locais mais homogêneos entre si, em aspectos como relevo, tipo de solo, manejo, entre outros fatores.

Obter dados que integrem a interação solo, planta e produtividade de forma mais completa, poderá proporcionar uma melhor compreensão dessa dinâmica. Avaliar a produtividade é essencial para identificar se algum fator pode ou não estar causando prejuízos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J.S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa* spp.), em dois ciclos de produção, no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28 n. 1, p. 139-144, 2006.
- BARROW, N.J. Testing a mechanistic model. VI Molecular modeling of the effects os pH on phoaphate and zinc retention by soils. **Journal os Soil Science**, Madison, v.37, p.311-318, 1987.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. MDA. Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável território Vale do Ribeira (SP). Elaborado em 2006 e atualizado em 2011. MDA/Plural, nov. 2010.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social (MDS). Agricultura Familiar. Disponível em: . Acesso em: 6 maio. 2025.
- CAMARGO, O. A. Reações e interações de micronutrientes no solo. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Eds.) Micronutrientes na agricultura. **Piracicaba: POTAFOS/ CNPq**, 1991. DONATO, S.L.R.; SILVA, S.O.; LUCCA FILHO, O.A.; LIMA, M.B.; DOMINGUES, H.; p. 243-272.
- CANTARELLA, H. **Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Instituto Agrônômico (IAC), Campinas (SP), 2022. 489 p.
- CARMO, Vera. Teste não paramétrico Kruskal-Wallis. Disponível em: https://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Testes_de_Hipoteses/Teste_Nao_parametrico_Kruskal-Wallis.pdf. Acesso em: 12 abr. 2025.
- CORDEIRO, Z. M.; MOREIRA, R. S. A bananicultura brasileira. In: **REUNIÃO INTERNACIONAL DA ACORBAT**, 17., 2006, Joinville. Anais... Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, 2006. v.1, p. 36-47.
- EMILIANO, V. **Variabilidade espacial e temporal das precipitações pluviais no Vale do Ribeira de Iguape**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/c5770610-0650-4a1d-b4ae-d2cd04a93122/2022_ValeriaMachadoEmiliano_TGI.pdf. Acesso em: 10 abril. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas-BA, 2021.

HERNANDES, A.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H. A. ; ROMUALDO, L. M.; NATALE, A. Amostragem para diagnose do estado nutricional e avaliação da fertilidade do solo em caramboleiras. *Bragantia*, v. 70, n. 3, p. 657–663, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/906122?locale=es>. Acesso em: 3 jun. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 31 maio. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rap/a/HFbdfrijLK8TgncRzCzby3qJ/>>. Acesso em: 24 de set. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/registro/panorama>>. Acesso em: 30 de abril. 2025.

INSTITUTO FNP. **Anuário da Agricultura Brasileira** 2006. São Paulo: AgraFNP, 2006.

LICHTENBERG, Luiz Alberto; LICHTENBERG, Paulo dos Santos Faria. Avanços na bananicultura brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. Especial, p. 29–36, out. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/TXJXTxnWgFrnCpGDyMXsZxc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 4 jun. 2025.

LOPEZ, O. E.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre as relações entre zinco e fósforo na nutrição da planta. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, São Paulo, 1974.

MALAVOLTA, E. ; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed., rev. e atual., **Piracicaba: POTAFOS**, 1997. 319p.

MOREIRA, R. S.; CORDEIRO, Z. J. M. A história da banana no Brasil. In: REUNIÃO INTERNACIONAL DA ACORBAT, 17., 2006. Joinville. Anais... Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, 2006. v.1, p. 48-82.

NAREZI, G. A agroecologia como estratégia de gestão de Unidades de Conservação de uso sustentável no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. **Redes -Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul**, v. 23, n. 1, p. 69-91, janeiro/abril, 2018. DOI 10.17058/redes.v23i1.9324.

PEREIRA, José Clério Rezende; MOREIRA, Adônis; GASPAROTTO, Luadir; ARRUDA, Murilo Rodrigues de. Papel do Zinco na Produtividade da Bananeira. **Embrapa Amazônia Ocidental**, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/64215/1/ComTec-47-2007.pdf>. Acesso em: 31 maio 2024.

PROMUSA. *Morphology of banana plant*. Disponível em: <https://www.promusa.org/Morphology+of+banana+plant>. Acesso em: 12 maio 2025.

SANTOS, E. F. dos. Mecanismos de interação fósforo-zinco em sistema solo planta: disponibilidade no solo, avaliações fisiológicas e expressão de transportadores de fosfato. 2018. Tese (Doutorado) – **Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2018.

SÃO PAULO. Secretaria de Desenvolvimento Econômico. Produtividade e Desenvolvimento Sustentável, 2019.

SENA, J. V. C. Aspectos da produção e mercado da banana no Nordeste. **Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil**, 2011. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/970>. Acesso em: 31 maio 2024.

SILVA JR., J. A. (2016). Políticas de desenvolvimento territorial no Brasil: o caso do Vale do Ribeira (SP). **Revista de Administração Pública**, 54(3), 123-145. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/rap/a/HFbdfjrjLK8TgncRzCzby3qJ/>.

SOBRINHO, José Cardoso; HEINEN, Gabriela de Vargas. *Phosphorus: From the Nutrient to Pollutant!*. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 8, n. 8, p. 1713–1721, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/6430/pdf>. Acesso em: 4 jun. 2025.