

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

**“AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE BANANAIS DA REGIÃO DO  
VALE DO RIBEIRA”**

**TRABALHO ORIGINAL DE PESQUISA**

GABRIELA ROSSETTI

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de  
Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, campus de  
Registro – UNESP para graduação em ENGENHARIA  
AGRONÔMICA.

REGISTRO - SP  
1º Semestre/2024

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

**“AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE BANANAIS DA REGIÃO DO  
VALE DO RIBEIRA”**

**TRABALHO ORIGINAL DE PESQUISA**

GABRIELA ROSSETTI

Orientador: Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane

Co-orientadora: Dr<sup>a</sup>. Cibelle Tamiris de Oliveira

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de  
Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, câmpus de  
Registro – UNESP para graduação em ENGENHARIA  
AGRONÔMICA.

REGISTRO - SP  
1º Semestre/2024

R829a Rossetti, Gabriela  
Avaliação Nutricional de Bananas da Região do Vale do Ribeira / Gabriela Rossetti.  
-- Registro, 2024  
28 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  
Coorientadora: Cibelle Tamiris de Oliveira

1. Nutrição de plantas. 2. Musa spp.. 3. Fertilidade. 4. Fatores limitantes. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Registro. Dados fornecidos pelo autor(a).

## CERTIFICADO

TRABALHO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

TÍTULO: "AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE BANANAIS DA REGIÃO DO VALE DO RIBEIRA"

ACADÊMICA: Gabriela Rossetti

ORIENTADOR: Prof. Assoc. Danilo Eduardo Rozane

PERÍODO: 9º Semestre 5º Ano

Aprovado:

Reprovado:

### BANCA EXAMINADORA:

Presidente Prof. Assoc. Danilo Eduardo Rozane *Daniilo Eduardo Rozane*

Membro Prof. Dr. Marcelo Domingos Chamma Lopes *Marcelo Domingos Chamma Lopes*

Membro MSc. Mariana Passos da Conceição *Mariana Passos da Conceição*

Registro, 05 / 07 / 2024

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais Carlos Roberto Rossetti e Elza Yumeko Shimada Rossetti pelo apoio incondicional ao longo da minha vida e trajetória acadêmica, obrigada por me proporcionarem sempre as melhores condições possíveis para que eu possa atingir o sucesso. Por extensão agradeço aos meus avós Antônio Rossetti e Aparecida Marcondes Rossetti (*in memoriam*) por terem sido os pioneiros da família no agronegócio e até hoje servirem como as maiores referências de superação e trabalho honesto na minha vida. Aproveito para citar a minha avó materna querida, Yolanda Faria Soares (*in memoriam*), agradeço por ter sido um exemplo de mulher trabalhadora e independente.

Ao meu irmão, dr. Carlos Augusto Rossetti por sempre me mostrar que eu posso ir além principalmente através de seus exemplos pessoais de proatividade e dedicação ímpares. Agradeço do fundo do meu coração aos meus amigos, todos essenciais na minha vida, em especial ao Yuri Lima Okuyama, amigo mais que querido. Obrigada por estar sempre presente e me apoiando nos momentos mais importantes da minha vida; Ana Beatriz Mendiá, minha irmã de outros pais que me ensinou o que é ter apoio e amor incondicional de amiga; Glaucia Seixas Santos, obrigada pela cumplicidade, pelo carinho e pela colaboração com este trabalho, os últimos anos de faculdade foram muito melhores com você; Lucas Zanni Teixeira, sou grata à universidade por ter te conhecido, obrigada por ter sido meu parceiro desde o primeiro dia de aula, nos momentos de dificuldade e nas minhas conquistas, seu apoio foi essencial ao longo da minha graduação.

Agradeço à prof<sup>a</sup> dr<sup>a</sup> Maria Cândida Godoy Gasparoto, obrigada por ser um exemplo na vida acadêmica e pessoal, acreditar em mim quando eu mais duvidei e me apoiar em todas as minhas decisões dentro da universidade, mesmo nas ocasiões em que isso significou me afastar da fitopatologia.

Agradeço ao meu orientador prof dr Danilo Eduardo Rozane e co-orientadora dr<sup>a</sup> Cibelle Tamiris de Oliveira pelo auxílio no desenvolvimento e conclusão deste trabalho. À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - FCAVR, pela oportunidade de desenvolvimento pessoal, essa etapa da minha vida foi essencial ao que está por vir e sem a UNESP eu não seria a mesma pessoa que tenho orgulho de ser hoje. À todos os citados, a minha gratidão. Palavras não são suficientes para descrever a importância que tiveram na minha vida, obrigada.

## RESUMO

A bananeira (*Musa* spp) tem relevância socioeconômica pois produz um fruto amplamente consumido e um dos mais cultivados no mundo. No Brasil tem produção expressiva e muito presente no Estado de São Paulo, em especial na região do Vale do Ribeira. A população crescente demanda incrementos na produção de alimento e aumento da produtividade pode evitar maiores impactos ao meio ambiente, uma das preocupações centrais da humanidade contemporânea. Para tanto, é interessante explorar os fatores limitantes da produção e como extrapolá-los, dentre os diversos fatores, este estudo focou a fertilidade de solo e o estado nutricional das plantas de banana localizadas em propriedades agrícolas do Vale do Ribeira. Através de análises químicas de solo e de folha, foi feita a frequência relativa com a qual o nutriente estava em quantidades adequadas ou não, classificado de acordo com referências para os estados de São Paulo e Paraná. A Saturação por Bases (V), pode apresentar restrição ao desenvolvimento dos bananais para 55% das amostras de solo avaliadas e as concentrações de P, K e S serem limitantes pelo excesso, já o B e o Zn pela deficiência nas áreas cultivadas com banana no Vale do Ribeira. Os teores foliares de K, Cu e Mn, as maiores limitações por deficiência e o enxofre, a maior limitação por excesso.

**Palavras-chave:** Nutrição de plantas, *Musa* spp., fertilidade, fatores limitantes

## ABSTRACT

The banana plant (*Musa* spp) has socioeconomic relevance as it produces a widely consumed fruit and is one of the most cultivated in the world. In Brazil, its production is significant, especially in the State of São Paulo, particularly in the Ribeira Valley region. The growing population demands increases in food production, and boosting productivity can prevent greater environmental impacts, one of the central concerns of contemporary humanity. Therefore, it is interesting to explore the limiting factors of production and how to overcome them. Among the various factors, this study focused on soil fertility and the nutritional status of banana plants located in agricultural properties in the Ribeira Valley. Through soil and leaf chemical analyses, the relative frequency with which nutrients were in adequate or inadequate quantities was determined, classified according to references for the states of São Paulo and Paraná. Base Saturation (V) may present a restriction to the development of banana plantations for 55% of the soil samples evaluated, with the concentrations of P, K, and S being limiting due to excess, while B and Zn are limiting due to deficiency in the areas cultivated with bananas in the Ribeira Valley. The foliar contents of K, Cu, and Mn show the greatest limitations due to deficiency, and sulfur presents the greatest limitation due to excess.

**Key-words:** Plant nutrition, *Musa* spp., fertility, limiting factors

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Frequências relativas categóricas de análise química de solo de bananais comerciais contendo as variedades Prata e Nanica no Vale do Ribeira – SP, agrupadas por classe.

**Figura 2:** Frequências relativas de análise química de folhas de bananeiras de bananais comerciais contendo as variedades Prata e Nanica no Vale do Ribeira - SP, agrupadas por classes.



## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1** – Referências de teores de concentração de nutrientes no solo com relação à cultura da banana segundo o livro “Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem”.

**Tabela 2** – Referências de teores de concentração de nutrientes no solo com relação à cultura da banana segundo o livro “Manual de adubação e Calagem para o Estado do Paraná”.

**Tabela 3** – Referências de teores de concentração de nutrientes nas folhas de bananeiras para o estado de São Paulo.

**Tabela 4** – Referências de teores de concentração de nutrientes nas folhas de bananeiras para o Estado do Paraná.

**Tabela 5** – Estatística básica dos dados obtidos na análise química de solo.

**Tabela 6** – Estatística básica dos dados obtidos na análise foliar.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Origem, morfologia e características da bananeira</b>	<b>2</b>
<b>2.2 A bananicultura no contexto mundial, nacional e regional</b>	<b>3</b>
<b>2.3 Nutrição e fertilidade, parâmetros e ferramentas da atualidade</b>	<b>3</b>
<b>2.4 Principais fatores limitantes da produção</b>	<b>4</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Método de coleta de amostras</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Interpretação das análises de solo e foliar</b>	<b>5</b>
<b>3.3 Análise estatística dos resultados</b>	<b>5</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>6</b>
<b>4.1 Fertilidade de solo nos pomares comerciais</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Estado nutricional das bananeiras</b>	<b>11</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>15</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>16</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas do mundo, e quanto à banana, se coloca como sétimo maior produtor com o dado mais recente divulgado pela FAOSTAT (2022) de 6.8 milhões de toneladas do fruto produzidas ao ano. As maiores áreas cultivadas com bananas no estado de São Paulo (SP) que é um dos maiores produtores nacionais encontram-se na região do Vale do Ribeira.

Existe assim uma alta demanda de conhecimento e tecnologia para a produção da fruta nesta região, para supri-la e visando a crescente necessidade do incremento na produção de alimentos, é fato que o crescimento da população, aliado à concentração nas cidades e o aumento de renda per capita esperado, bem como a impossibilidade de atender essa questão com a expansão de novas fronteiras agrícolas (SAATH; FACHINELLO, 2018), é preciso buscar meios de garantir a segurança alimentar que não envolva a supressão de vegetação nativa e garantam a viabilidade econômica da atividade. Nas últimas décadas se observou melhoria das tecnologias de manejo da bananicultura, o que proporcionou aumento da produção e incremento de valores relacionados às variáveis de qualidade de frutos.

A bananeira é uma planta anual, porém apresenta o comportamento de perene realizando vários ciclos ao emitir novas plantas ou filhotes, o que denota o uso contínuo do solo, o qual, mesmo com fertilidade natural adequada, tem a tendência de esgotamento dos seus nutrientes, portanto um dos fatores de grande importância na manutenção e no aumento da produtividade é a adubação com racionalidade, eficiência e equilíbrio (ZONTA; STAFANATO; PEREIRA, 2021), e, além das características do insumo aplicado, existe a influência da singularidade do solo, do relevo e do clima onde se encontram as áreas de cultivo. No entanto, existe uma demanda por parte dos produtores e da cadeia produtiva em relação ao uso de tecnologias a fim de maximizar a avaliação do estado nutricional e adequar a aplicação fertilizantes e corretivos.

Para a recomendação de corretivos e fertilizantes é crucial que a determinação da necessidade de cada nutriente seja adequada aos métodos utilizados para a ponderação de recomendação de adubação que está associada às análises químicas do solo e do tecido vegetal.

Nesse contexto, o desafio é identificar as regiões e os talhões vulneráveis à deficiência nutricional, bem como definir e estabelecer normas para as regiões de alta produtividade. A partir dessa estratégia, será possível calibrar e propor modelos de predição do teor de nutrientes em folhas de bananeiras para as maiores e melhores produtividade de frutos. Com tudo isso, será possível melhorar o diagnóstico nutricional a fim de tornar as recomendações de adubação mais assertivas, para aumentar a expectativa de produtividade. Assim, será possível até diminuir a quantidade de fertilizantes a serem usados nas áreas produtivas, evitando o excesso de nutrientes em solos, a consequente contaminação de solos e águas, garantindo produtividade e frutos de qualidade. O objetivo foi esclarecer quais nutrientes podem ser determinantes na definição do desempenho produtivo da planta de banana

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Origem, morfologia e características da bananeira**

A bananeira (*Musa* spp.) é definida taxonomicamente como uma planta monocotiledônea, do gênero *Musa*, família Musaceae e ordem Zingiberales (PERRIER et al., 2011), possuindo centro de origem da bananeira na região do sudeste asiático e oeste do Pacífico.

As origens dos plântanos e das bananas remonta à hibridização dentro e entre espécies, envolvendo duas espécies selvagens distintas: *Musa acuminata* Colla (genoma A) e *Musa balbisiana* Colla (genoma B). Essa hibridização e poliploidia deram origem a uma variedade de clones com diferentes configurações genômicas, incluindo diploides, triploides e tetraploides, expressando combinações como AA, AB, AAA, AAB, ABB, AABB, AAAB e ABBB (VANNHOVE et al., 2012).

A bananeira apresenta rizoma de onde sai o sistema radicular fasciculado, de até 500 raízes com espessura predominante menor que 0,5 mm, atinge até 5 m horizontal e 2 verticalmente, considerado um sistema superficial, cerca de 85% dele concentra-se na camada de 10 a 30 cm do solo (ROBINSON, GÁLAN-SAÚCO, 2011).

O pseudocaule é formado de bainhas foliares, que terminam em uma copa de folhas compridas e largas; uma planta emite de 30 a 70 folhas ao longo de seu ciclo de vida; a inflorescência origina-se do centro desta copa e apresenta brácteas roxo-avermelhadas, nas suas axilas nascem flores que geram de a 7 a 15 pencas, variando de 40 a 220 frutos (BORGES; SOUZA, 2004).

## **2.2 A bananicultura no contexto mundial, nacional e regional**

Os principais produtores de banana no mundo são a Índia, China, Indonésia, Brasil e Equador, que juntos somam mais de 53% da produção mundial, estimada em 124,9 milhões de toneladas. A produção nacional está ranqueada como quarta maior, porém possui a menor produtividade dentre os países citados, com um rendimento de 15 toneladas por hectare (FAO, 2021).

Cerca de 33,5% de toda a produção de banana no Brasil concentra-se na região Sudeste, sendo São Paulo o Estado que detém a maior produção nacional, com 991.836 toneladas anualmente, apesar de não possuir a maior área de produção do país; dentro do Estado destaca-se a região do Vale do Ribeira que isoladamente corresponde à mais de 71% da produção estadual (IBGE, 2022).

A banana é uma fruta de alta importância à segurança alimentar, pois apesar dos números relevantes citados, a taxa de exportação nacional é muito baixa, logo o consumo é principalmente interno. A fruta *in natura* é comercializada principalmente por atravessadores, os quais compram o produto do pequeno produtor e distribuem aos atacadistas, enquanto os grandes produtores estão majoritariamente em contato direto com o atacadista, o qual realiza a distribuição aos varejistas. Em todos os estados, incluindo o Distrito Federal, pode-se contar com mais de 200 mil estabelecimentos de produção do fruto. Esse dado aliado ao conhecimento da gama de relações de trabalho geradas a partir da bananicultura, exemplifica a relevância do impacto socioeconômico dessa atividade (SANTANA; GERUM; ROCHA, 2021).

## **2.3 Nutrição e fertilidade, parâmetros e ferramentas da atualidade**

Considerada uma planta de desenvolvimento rápido, a bananeira exige concentrações elevadas de alguns elementos para suprir suas exigências nutricionais (TEIXEIRA, 2005).

Em um trabalho, usando como objeto de estudo cachos de bananeira no Vale do Ribeira, determinou-se que potássio e nitrogênio são os mais acumulados pela planta ao longo do seu ciclo e cobre o menos acumulado. A ordem de exportação de nutrientes da cultivar “Grande Naine”, um exemplar da variedade Nanica, é:  $K > N > Mg > P > Ca > S > Mn > B > Fe > Zn > Cu$ , no verão e  $K > N > P > S > Ca > Mg > Fe > Mn > B > Zn > Cu$ , no inverno. Já a ordem para a “Prata Comum” é de  $K > N > Mg > Ca > P > S > Mn > B > Fe > Zn > Cu$ , no verão e  $K > N > Mg > Ca > P > S > B > Mn > Fe > Zn > Cu$ , no inverno (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

Deste modo, realizar a adubação equilibrada é essencial devido à sua sensibilidade às mudanças no equilíbrio nutricional do solo, a planta responde principalmente à relação entre cálcio, magnésio e potássio, o último sendo o mais requerido pelo fruto (VIANA *et al.*, 2020).

## **2.4 Principais fatores limitantes da produção**

Os fatores limitantes são variados e podem ser de natureza biótica ou abiótica, como secas, enchentes, excesso de calor ou frio. Dentre os fatores abióticos, verificou-se que em um estudo conduzido no Distrito Federal averiguou-se que era possível obter os melhores resultados quanto ao peso do cacho com as maiores reposições de água na produção da Grande Naine (SILVA, 2022).

As doenças são um importante fator limitante na produção de banana, sendo as de maior relevância, atualmente, a Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela, Mal-do-Panamá, Murcha bacteriana (Moko). A Sigatoka-negra pode provocar perdas de até cem por cento em bananeiras do tipo prata, maçã e cavendish. O primeiro passo para um controle efetivo é a identificação correta da doença (LICHTENBERG, 2011).

No Brasil a Embrapa é responsável pelo programa de melhoramento genético, que visa a obtenção de cultivares resistentes às doenças sigatoka negra (*M. fijiensis* Morelet) e fusariose-da-bananeira (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense) e as cultivares mais plantadas tradicionalmente são Prata e Nanica (NOMURA; PENTEADO; SAES, 2020).

A adubação incorreta pode causar contaminação de água, levando à eutrofização, que ocasiona a morte de peixes e outras formas de vida aquática. Por sua facilidade de lixiviação e volatilização, além de sua capacidade de toxicidade em organismos biológicos, os fertilizantes podem levar à poluição de lençóis freáticos e das águas superficiais de rios, lagos e represas, causando prejuízo para ao ecossistema (SOUZA, 2018).

## **3 Desenvolvimento**

### **Material e métodos**

Para desenvolver este trabalho foram utilizados 862 resultados de análises químicas de solo e 177 de análises foliares, analisadas no laboratório Laboratório de Diagnose de Solo, Planta e Fisiologia Vegetal localizado no campus da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), no município de Registro. O laboratório possui cadastro e certificação no programa de qualidade de análises de solo para fins de

fertilidade do IAC (Instituto Agronômico de Campinas) e no Programa Interlaboratorial de Análises de Tecido Vegetal coordenado pela ESALQ-USP e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

As amostras foram coletadas entre dezembro de 2022 a dezembro de 2023, em áreas de produção comercial de bananas Nanica e Prata, localizadas nos municípios de Eldorado, Cajati, Pariquera-Açú, Registro, Sete Barras, Juquiá, Miracatu e Jacupiranga; na região do Vale do Ribeira. O clima da região é classificado como tropical úmido sem época de seca, com uma média de precipitação de 1682,9 mm ao ano (EMILIANO, 2022).

### **3.1 Método de coleta de amostras**

As amostras de solo foram coletadas na região de adubação da bananeira, na camada de 0,0-0,20 m, realizadas pelos produtores rurais em suas propriedades.

Já as amostras foliares foram coletadas seguindo o Método de Amostragem Internacional de Referência – MEIR (MARTIN-PRÉVEL, 1984) sendo coletada a terceira folha (f3) a partir do ápice, na época em que a inflorescência apresentou todas as pencas femininas sem brácteas e com duas ou três pencas masculinas abertas, retirando uma faixa central com largura de 10 cm e eliminando a nervura central e as metades periféricas.

### **3.2 Interpretação das análises de solo e foliar**

Para interpretação dos parâmetros da fertilidade do solo e do estado nutricional da planta foram utilizados o “Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem” (CANTARELLA *et al.*, 2022), e o “Manual de adubação e Calagem para o Estado do Paraná” (PAULETTI; MOTTA, 2019) (tabelas 1 a 3). Os parâmetros da fertilidade do solo, de acordo com a faixa estabelecida por cada autor, foram classificados de ‘muito baixo’ a ‘muito alto’. Já os parâmetros do estado nutricional das plantas foram avaliados de acordo com a faixa de suficiência de nutrientes estabelecida em cada manual, considerando ‘deficiente’ os valores que estavam abaixo da faixa, ‘adequado’ os valores que estavam dentro da faixa e em ‘excesso’ os valores que estavam acima da faixa indicada.

### **3.3 Análise estatística dos resultados**

Os dados da análise química de solo usados neste estudo contam com os macro e micronutrientes usados pela planta – à exceção do nitrogênio – valor de pH em CaCl<sub>2</sub> e saturação por bases em porcentagem (V%), que é avaliada no lugar do cálcio quando se utiliza como referência os valores para o Estado de São Paulo. Já as folhas contam com todos os macro e micronutrientes, exceto o molibdênio. A estatística foi feita utilizando o Excel, calculando o coeficiente de variação (CV) e intervalo de confiança; a frequência relativa foi feita no mesmo aplicativo é obtida dividindo o valor da categoria (baixo, muito baixo, etc) pelo valor total das categorias somadas.

**Tabela 1.** Referências de teores de concentração de nutrientes no solo com relação à cultura da banana segundo o livro “Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem”, para o Estado de São Paulo.

São Paulo						
Interpretação	pH	V	P	K+	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
	classes	CaCl <sub>2</sub>	%	mg.dm <sup>-3</sup>	mmolc.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>
Muito baixo	<4,4	<25	-	-	-	-
Baixo	4,4-5,0	25-50	<16	<1,6	-	<5,0
Médio	5,1-5,5	50-70	16-40	1,6-3,0	-	5,0-8,0
Alto	5,6-6,0	70-90	>40	3,1-3,0	-	>8,0
Muito alto	>6,0	>90	-	>6,0	-	-
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	cmolc.dm <sup>-3</sup>					
Muito baixo	-	-	-	-	-	-
Baixo	<5,0	<0,6	<2,0	<5,0	<5,0	<5,0
Médio	5,0-10,0	0,6-1,0	2,0-5,0	5,0-12,0	5,0-10,0	5,0-10,0
Alto	>10,0	>1,0	>5,0	>12,0	>10,0	>10,0
Muito alto	-	-	-	-	-	-



**Tabela 2.** Referências de teores de concentração de nutrientes no solo com relação à cultura da banana segundo o livro “Manual de adubação e Calagem para o Estado do Paraná”.

Paraná						
Interpretação	pH	V	P	K+	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
classes	CaCl <sub>2</sub>	%	mg.dm <sup>-3</sup>		mmolc.dm <sup>-3</sup>	cmolc.dm <sup>-3</sup>
Muito baixo	<4,0	<20	<8	<0,06	<0,5	<0,2
Baixo	4,0-4,4	21-35	8,0-20	0,06-0,12	0,5-1,0	0,2-0,4
Médio	4,5-4,9	36-50	21-50	0,13-0,21	1,1-2,0	0,5-1,0
Alto	5,0-5,5	51-70	51-100	0,22-0,45	2,1-6,0	1,1-2,0
Muito alto	>6,0	>70	>100	>0,45	>6,0	>2,0
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	cmolc.dm <sup>-3</sup>					
Muito baixo	<1,0	<0,1	<0,2	-	<5,0	<0,4
Baixo	1,0-2,0	0,11-0,2	0,2-0,5	-	5,0-15	0,4-0,8
Médio	2,1-3,0	0,21-0,3	0,6-0,8	-	16-30	0,9-1,2
Alto	3,1-6,0	0,31-0,6	0,9-3,0	-	31-100	1,3-10
Muito alto	>6,0	>0,6	>3,0	-	>100	>10

**Tabela 3** – Referências de teores de concentração de nutrientes nas folhas de bananeiras para o estado de São Paulo.

São Paulo					
N	P	K	Ca	Mg	S
g.kg <sup>-1</sup>					
25-30	1,7-2,1	30-40	3,0-12	2,0-5,0	1,8-2,5
B	Cu	Fe	Mn	Zn	
mg.kg <sup>-1</sup>					
10,0-25	7,0-20	80-200	220-1000	15-30	
Paraná					
N	P	K	Ca	Mg	S
g.kg <sup>-1</sup>					
17-36	1,6-3,2	24-56	4,9-12	1,3-6	0,1-0,6
B	Cu	Fe	Mn	Zn	

mg.kg <sup>-1</sup>				
9,0-75	6,0-30	45-360	88-180	12,0-50

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Fertilidade de solo nos pomares comerciais

O menor coeficiente de variação observado dentre os atributos químicos do solo avaliados foi o pH em CaCl<sub>2</sub>, com 15,3% e média de 5,0 (Tabela 5). Considerando os limites de interpretação de pH em CaCl<sub>2</sub> para o estado de São Paulo (CANTARELLA et al., 2022) e Paraná (PAULETTI & MOTTA, 2019), o valor médio observado se enquadra como baixo e alto, respectivamente.

Observou-se que a maior parte das amostras de solo analisadas (28,6%) apresentaram valores de pH em CaCl<sub>2</sub> entre 4,4 e 5,0 (baixo) segundo as classes de interpretações sugeridas por Cantarella et al. (2022). Em contrapartida, considerando as classes sugeridas por Pauletti e Motta (2019), a maior parte das amostras (29,5%) apresentaram valores de pH em CaCl<sub>2</sub> acima de 5,5 (muito alto). Tipicamente, a bananeira se desenvolve bem em pH entre 4,5 e 7,0 (MENEZES & GALVÃO, 2004), deste modo, observa-se que mais de 70% das amostras de solos do Vale do Ribeira se encontram dentro do intervalo adequado para o cultivo de bananas.

A concentração média de cálcio observado nas amostras de solo foi de 50,6 mmolc dm<sup>-3</sup>. Tomando como base a interpretação para o estado do Paraná (PAULETTI & MOTTA, 2019) esse valor é classificado como ‘alto’. De acordo com os gráficos da Figura 1, observa-se que 85,8% das amostras foram classificadas como ‘alto’ a ‘muito alto’. Considerando o estado de São Paulo, não há valores de referência para este nutriente, pois Cantarella et al. (2022) afirmam que a grande dificuldade para interpretação do Ca<sup>2+</sup> no solo é isolar o efeito da sua deficiência em decorrência de outros problemas relacionados à acidez excessiva, pois solos deficientes em cálcio são, geralmente, muito ácidos. Deste modo, os autores sugerem utilizar a saturação por bases do solo (V%) para orientar a interpretação deste nutriente.

O valor médio observado de magnésio no solo foi de 18,4 mmolc.dm<sup>-3</sup>. Considerando a interpretação sugerida por Cantarella et al. (2022) para o estado de São Paulo e por Pauletti e Motta (2019) para o estado do Paraná, essa concentração é

classificada como alto e muito alto em 77,1% das análises, contra o número de 86,8% de Cantarella.

De acordo com as recomendações de saturação por bases estabelecidas para São Paulo (CANTARELLA et al., 2022) e Paraná (PAULETTI e MOTTA, 2019), a saturação por bases mínima que o solo deve apresentar para o adequado desenvolvimento da bananeira deve ser no mínimo 70%, observando-se que 44,8% das amostras de solo se enquadravam acima deste valor. Os valores de saturação por bases (V%) variaram entre 3,8 e 92,7%, com valor médio de 62,4%.

A concentração média de fósforo no solo observada foi de 88 mg dm<sup>-3</sup>, com coeficiente de variação de 95,9% e valor máximo de 421,5 mg dm<sup>-3</sup> (Tabela 5). Considerando apenas os limites de interpretação para o estado de São Paulo (CANTARELLA et al., 2022), pois o P foi analisado pelo método da resina trocadora de íons, 60,2% das amostras foram classificadas com concentração de P ‘alto’. Tais resultados podem indicar saturação de P nos sítios de adsorção, causados pela adição constante de fertilizantes formulados NPK, ocasionando acúmulo deste nutriente na superfície do solo (OLIVEIRA et al., 2024), e com isso uma necessidade de rever as quantidades de fósforo aplicadas.

Os solos apresentaram valores médios de K de 3,7 e a um IC de 95% é provável que os bananais da região apresentem em seus solo concentrações deste nutriente na faixa de de 3,5-3,9 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> (Tabela 5). De acordo com as interpretações da concentração deste nutriente para o estado de São Paulo (CANTARELLA et al., 2022) e do Paraná (PAULETTI & MOTTA, 2019) os valores citados acima são classificados como ‘alto’. Observou-se que, de acordo com as interpretações para o estado de São Paulo e Paraná, 30,8% das amostras apresentaram valores de K no solo classificados como ‘médio’ e 34,0% como ‘alto’, respectivamente.

O teor médio de enxofre encontrado foi de 18,2 mg dm<sup>-3</sup>. Para o estado de São Paulo (CANTARELLA et al., 2022) esse valor é classificado como ‘alto’; contudo, para o estado do Paraná (PAULETTI & MOTTA, 2019) é classificado como ‘muito alto’. De acordo com as classes de interpretações utilizadas no presente estudo, 55,9% das amostras de solo foram classificadas com concentração ‘alto’, para o estado de São Paulo’ e 78,7% como ‘muito alto’, para o estado do Paraná.

Entre os micronutrientes, o manganês foi o que apresentou o maior coeficiente de variação (116,5%), com concentração média no solo de 22,3 mg dm<sup>-3</sup>. Já o ferro apresentou o menor coeficiente de variação (49,1%) e concentração média de 106,4 mg

dm-3. De acordo com as classes de interpretação sugeridas por Cantarella et al. (2022) para o estado de São Paulo estes valores estão acima das concentrações máximas sugeridas, sendo consideradas ‘alto’ nos solos do Vale do Ribeira. Para o estado do Paraná (Pauletti & Motta, 2019), as concentrações de manganês no solo são classificadas como ‘médio’.

Considerando as interpretações de ferro para São Paulo, em 99,4% dos casos as amostras de solo dos bananais do Vale do Ribeira foram classificadas como ‘alto’, não havendo referência para o elemento no material consultado para o estado do Paraná. Para o estado de São Paulo, 56,8% das amostras de solo apresentaram concentração de manganês classificadas como ‘alto’. Já para o estado do Paraná, a maior parte das amostras (34,0%) foram classificadas com concentrações ‘baixo’.

A concentração de boro e o cobre no solo apresentou coeficientes de variação de 105,5 e 102,8% respectivamente. De acordo com interpretações do estado de São Paulo (Cantarella et al., 2022), 76,3% das amostras de solo apresentaram concentrações ‘baixo’; para os mesmos autores, 59,5% apresentaram concentrações de cobre ‘baixo’. Considerando as interpretações sugeridas para o estado do Paraná, 18,6% das amostras apresentaram como ‘médio’ as concentrações de boro no solo e 47,2% apresentaram concentrações de cobre ‘alto’ nos solos do Vale do Ribeira.

As amostras de solo do Vale do Ribeira apresentaram coeficiente de variação para o micronutriente zinco de 87,2% e concentração média de 4,1 mg dm<sup>-3</sup>. Em 71,3% das amostras de solo a concentração de zinco foi classificada como ‘baixo’, considerando as interpretações de Cantarella et al. (2022). Para Pauletti & Motta (2019), 74,1% foram classificadas como ‘alto’.

No estado de Santa Catarina observou-se que a nutrição é o principal fator limitante para a produtividade de bananais e que na maioria das produções avaliadas análises químicas de solo e foliares não são usadas como parâmetro para recomendação de adubação, o que direciona ao erro de desequilíbrio de nutrição das plantas; além disso os principais nutrientes limitantes foram nitrogênio, ferro, manganês, zinco e boro (GUIMARÃES; DEUS, 2021).

**Tabela 5** – Estatística básica dos dados obtidos na análise química de solo.

	Mínimo	Máximo	Média	CV(%)	IC
<b>pH CaCl<sub>2</sub></b>	3,3	8,3	5,0	15,3	4,9-5,1
<b>P (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	2,8	421,5	88,0	95,9	82,4-93,6
<b>K (mmolc dm<sup>-3</sup>)</b>	0,1	22,3	3,7	81,4	3,5-3,9
<b>Ca (mmolc dm<sup>-3</sup>)</b>	1,1	143,0	50,6	49,4	48,9-52,2
<b>Mg (mmolc dm<sup>-3</sup>)</b>	1,2	86,1	18,4	52,8	17,7-19
<b>V (%)</b>	3,8	92,7	62,4	33,5	61-63,8
<b>S (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	0,7	101,2	18,2	92,9	17,1-19,4
<b>B (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	0,0	7,3	0,5	105,5	0,4-0,5
<b>Cu (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	0,1	30,6	2,3	102,8	2,2-2,5
<b>Fe (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	1,1	287,0	106,4	49,1	102,9-109,9
<b>Mn (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	0,5	169,0	22,3	116,5	20,5-24
<b>Zn (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	0,0	24,0	4,1	87,2	3,9-4,4

#### 4.2 Estado nutricional das bananeiras

O nitrogênio e o magnésio apresentaram os menores coeficientes de variação, de 17,9 e 17,6% respectivamente, conforme a tabela 6; o nitrogênio teve teor médio de 30,9 g.kg<sup>-1</sup>, classificado como em excesso para 62,1% das amostras na comparação com a referência do estado de São Paulo e 31,1% adequado, enquanto com relação à do Paraná foi classificado como adequado em 88,7% das amostras. O Mg teve média de 2,9 g.kg<sup>-1</sup> e estava adequado na maioria dos casos, 94,4% para São Paulo e 100% das amostras em comparação com a referência do Paraná.

Com variação de 20,7% o teor fósforo foliar médio foi 1,8 g.kg<sup>-1</sup>, classificado como adequado em 54,2% das amostras pela referência de Cantarella e 78,5% para Pauletti e Motta.

O potássio com média de 29,8 para a referência do estado de São Paulo teve tantas amostras adequadas quanto deficientes, 49,2% cada; enquanto quando comparado com a referência do Paraná 78,5% das amostras foram classificadas como adequadas. Em um estudo de interpretação de análises foliares de exemplares de Grande Naine cultivados no Ceará e na Bahia, determinou-se que o potássio foi o elemento mais limitante, seguido pelo cobre, e que os elementos nutricionais limitaram a produtividade em até 14,79% (RODRIGUES *et al.*, 2021).

Os teores de cálcio e magnésio se mostraram adequados em quase todas as amostras, 78,5% e 100% para a referência do Paraná e 96 e 94,4% para o Estado de São Paulo. O Ca teve média de 6,2 g.kg<sup>-1</sup>, com coeficiente de variação de 29,5%, enquanto o Mg teve média de 2,9 g.kg<sup>-1</sup>, e CV de 17,6%, o menor dentre os nutrientes analisados.

Para o Boletim 100 o enxofre foi classificado como em excesso para 81,9% e adequado em 92,7% das amostras para o manual do Estado do Paraná; apresentou média de 2,2 g.kg<sup>-1</sup>, com coeficiente de variação de 23,8%.

O boro por sua vez teve o coeficiente de variação de 67,1%, com um teor médio de 15,9 mg.kg<sup>-1</sup> na folha, estando adequado em 75,7% das amostras para os parâmetros de Pauletti e Motta, contra 66,1% quando comparado com as referências de Cantarella.

Com teor médio de 7,4 mg.kg<sup>-1</sup>, o cobre teve um coeficiente de variação de 35,5% e classificou-se como adequado em 76,3% das amostras quando comparadas com a referência do Estado do Paraná e 55,4% dos casos com relação à de São Paulo, nesta última comparação 44,6% das amostras se classificaram como deficientes.

O ferro teve teor médio de 37,5 mg.kg<sup>-1</sup> e coeficiente de variação de 37,5%; foi classificado como adequado em 68,9% das amostras quando comparadas com a referência de Cantarella e 94,9% para Pauletti e Motta.

O manganês teve o maior coeficiente de variação, de 71,9%, e média 291,8 mg.kg<sup>-1</sup>, se apresentando em excesso em 61,6% das amostras em comparação com a referência do Estado do Paraná, enquanto para a referência do Estado de São Paulo 55,4% das amostras foram classificadas como adequadas e 44,6% deficientes.

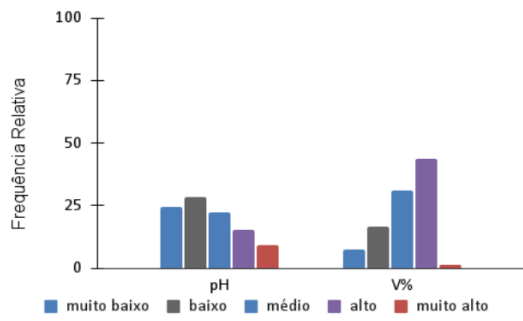
Por último o zinco, com um teor médio de 18,4 mg.kg<sup>-1</sup> e coeficiente de variação de 34,3%, foi classificado como adequado para 79,1% das amostras quando comparadas com a referência de São Paulo e 91,5% para a outra referência usada no presente trabalho.

**Tabela 6.** Estatística básica dos dados obtidos na análise foliar.

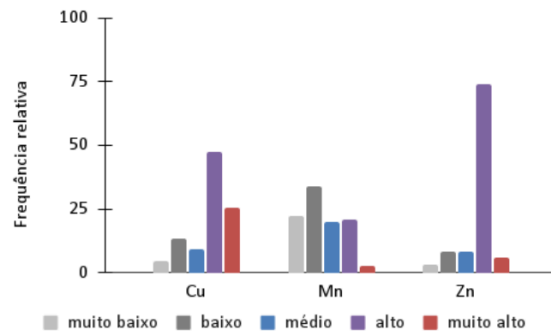
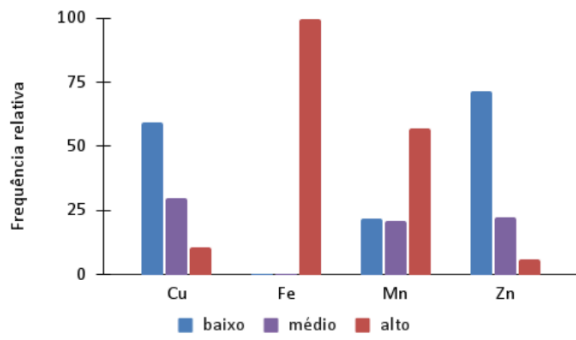
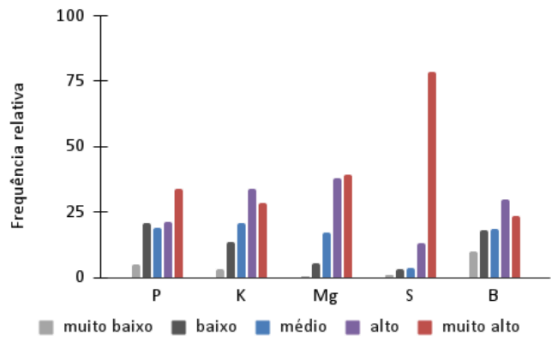
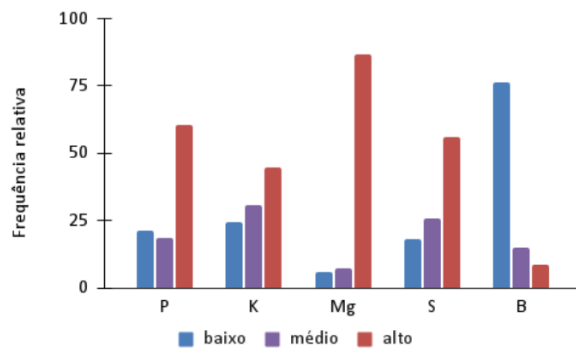
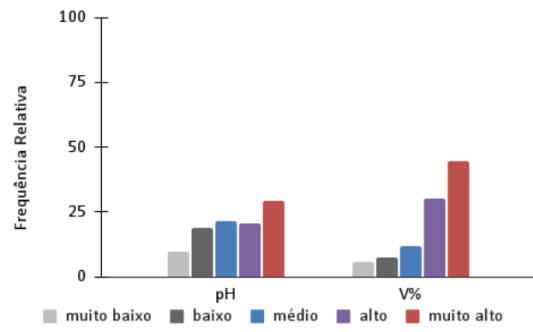
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>CV(%)</b>	<b>IC</b>
<b>N (g.kg<sup>-1</sup>)</b>	2,1	67,8	30,9	17,9	30,1-31,7
<b>P (g.kg<sup>-1</sup>)</b>	1,3	5,1	1,8	20,7	1,8-1,9
<b>K (g.kg<sup>-1</sup>)</b>	17,5	72,0	29,8	21,9	28,9-30,8
<b>Ca (g.kg<sup>-1</sup>)</b>	0,8	12,3	6,2	29,5	6,0-6,5
<b>Mg (g.kg<sup>-1</sup>)</b>	1,5	4,7	2,9	17,6	2,8-3,0
<b>S (g.kg<sup>-1</sup>)</b>	0,2	3,0	2,2	23,8	2,1-2,3
<b>B (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>	0,8	82,9	15,9	67,1	14,3-17,5
<b>Cu (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>	1,7	19,4	7,4	35,5	7,0-7,8
<b>Fe (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>	12,6	289,0	94,8	37,5	89,6-100,1
<b>Mn (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>	16	861,0	291,8	71,9	260,9-322,7
<b>Zn (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>	4,7	50,6	18,4	34,3	17,5-19,3

**Figura 1:** Frequências relativas categóricas de análise química de solo de bananais comerciais contendo as variedades Prata e Nanica no Vale do Ribeira – SP, agrupadas por classe.

CANTARELLA et al. (2022)

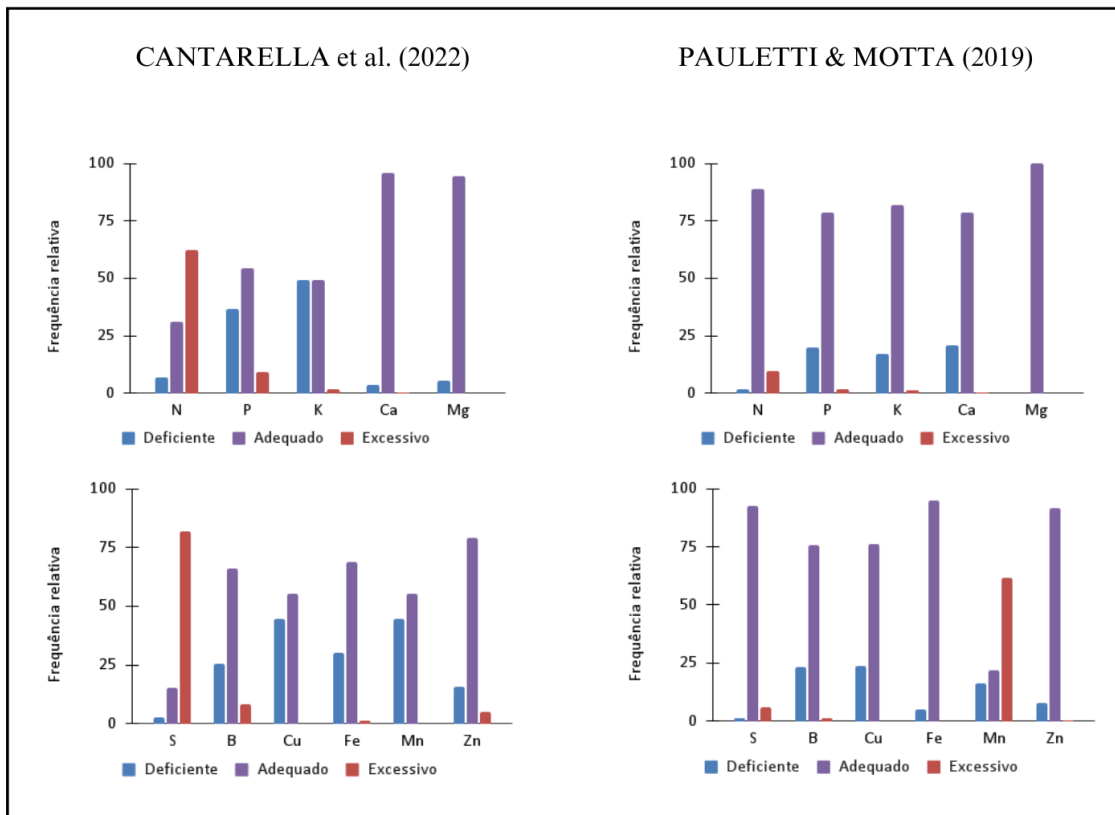


PAULETTI & MOTTA (2019)





**Figura 2:** Frequências relativas de análise química de folhas de bananeiras de bananeiras comerciais contendo as variedades Prata e Nanica no Vale do Ribeira - SP, agrupadas por classes.



VELOSO et al. Amostragem e diagnose foliar. In: BRASIL, EC; CRAVO, M; VIEGAS, I. **Recomendações para calagem e adubação para o estado do Pará**. 2ª ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

VIANA, A. F.; PACHECO, D. D.; SILVA, T. C.; OLIVEIRA, N. L. C. de; BARBOSA, M. G. Production of banana 'Prata Anã' under potassium and magnesium fertilizations in an area irrigated with limestone in the locality of Januária -MG. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e573986093, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.6093

ZONTA, E.; STAFANATO, J.; PEREIRA, M. Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais. In: BORGES, Luiza. **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. 2021. cap. 14, p. 263-303.

## **5 CONCLUSÃO**

A Saturação por Bases (V), pode apresentar restrição ao desenvolvimento dos bananais para 55% das amostras de solo avaliadas e as concentrações de P, K e S serem limitantes pelo excesso, já o B e o Zn pela deficiência nas áreas cultivadas com banana no Vale do Ribeira.

Os teores foliares de K, Cu e Mn, as maiores limitações por deficiência e o enxofre, a maior limitação por excesso.

## 5. REFERÊNCIAS

BORGES, A.; SOUZA, L. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004. 1. ed. 279 p.

BRASIL EC, Cravo da MS, Veloso CAC (2020a) Amostragem do solo. In: Brasil et al. (2020a) Recomendação de calagem e adubação para o estado do Pará. Brasília, DF: Embrapa, p. 47–54. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216110/1/LV-RecomendacaoSolo2020a.pdf>

CANTARELLA, H. **Boletim 100: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Instituto Agrônômico (IAC), Campinas (SP), 2022. 489 p.

EMILIANO, V. **Variabilidade espacial e temporal das precipitações pluviiais 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](https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/c5770610-0650-4a1d-b4ae-d2cd04a93122/2022_ValeriaMachadoEmiliano_TGI.pdf). Acesso em: 26 maio 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 25 maio 2024.

GUIMARÃES, G; DEUS, J. Diagnóstico da fertilidade do solo e nutrição de bananais no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, p. e-124, 2021.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **SOS Mata Atlântica e INPE lançam novos dados do Atlas do bioma**. 2019. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5115](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5115)>. Acesso em: 27 de maio 2024.

LICHTENBERG, L. ALBERTO. Avanços na bananicultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 29-36, 2011.

MARTIN-PRÉVEL, P. Bananier. In: MARTIN-PRÉVEL, P. et al. (Eds.) **L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales**. Paris: Tec&Doc, 1984. p.715-51.

OLIVEIRA, C. et al. Demanda nutricional de cachos de bananeiras ‘Grande Naine’ e ‘Prata Comum’, em duas épocas de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 44, p. e-430, 2022.

PAULETTI, V; MOTTA, A. **Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná**. 2. ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Estadual Paraná, 289 p.

PERRIER, X., LANGHE, E., DONOHUE, M., LENTFER, C., VRYDAGHS, L., BAKRY, F., et al. . Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa* spp.) domestication. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.** 108, 11311–11318, 2011.

RIBEIRO, M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, 2009.

ROCHA, S. L. GERUM, A. F. A. de A., SANTANA, M. A. **Canais de comercialização de banana in natura no Brasil**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 16p. 2021, Cruz das Almas, BA.

ROBINSON, J. C.; GALÁN SAÚCO, V. Bananas and plantains. 2nd ed. **Oxford: CAB International**, 311p. 2010.

RODRIGUES FILHO, V. A; NEVES, J. C. L; DONATO, S. L. R; GUIMARÃES, B. V. C. Model for determining nutritional and non-nutritional limitations of Grande Naine banana in the Brazilian semiarid region. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande - PB: v. 25, n. 8, p. 538 - 546, 2021.

SAATH, K.; FACHINELLO, A. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, p. 195-212, jun. 2018.

SOUZA, A; MORASSUTI, C; DEUS, W. Poluição do ambiente por metais pesados e utilizados de vegetais como Bioindicadores. **Acta Biomédica Brasiliensia** /Volume 9/ nº 3/ dezembro de 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6789234.pdf>. Acesso em: 03 jun 2024.