

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

**AMOSTRAGEM PARA DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL DE
BANANEIRA ‘PRATA CATARINA’**

PEDRO HENRIQUE DE OLIVEIRA VILELA

Trabalho de Graduação apresentado a Faculdade de
Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Câmpus de
Registro – UNESP, para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

REGISTRO-SP

Junho/2026

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

**AMOSTRAGEM PARA DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL DE
BANANEIRA ‘PRATA CATARINA’**

PEDRO HENRIQUE DE OLIVEIRA VILELA

Orientador: Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane

Trabalho de Graduação apresentado a Faculdade de
Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Câmpus de
Registro – UNESP, para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

REGISTRO-SP

Junho/2026

V699a Vilela, Pedro Henrique de Oliveira
AMOSTRAGEM PARA DIAGNOSE DO ESTADO
NUTRICIONAL DE BANANEIRA 'PRATA CATARINA' / Pedro
Henrique de Oliveira Vilela. -- Registro, 2026
30 p. : tabs., fotos

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. 2. Vale do Ribeira. 3. Análise Foliar. 4.
Amostragem. 5. Nutrição de plantas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

CERTIFICADO

TRABALHO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

TÍTULO: AMOSTRAGEM PARA DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL DE
BANANEIRA 'PRATA CATARINA'

ACADÊMICO: PEDRO HENRIQUE OLIVEIRA VILELA

ORIENTADOR (ES): PROF. DR. DANILO EDUARDO ROZANE

PERÍODO: 9º Semestre 5º Ano

Aprovado: ☒

Reprovado: ☐

COMISSÃO AVALIADORA:

(Nomes)

Presidente Prof. Assoc Danilo Eduardo Rozane

Documento assinado digitalmente
DANILO EDUARDO ROZANE
Data: 15/06/2026 23:10:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro Profa. Dra. Elza Alves Corrêa

Documento assinado digitalmente
ELZA ALVES CORREA
Data: 16/06/2026 07:59:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro Msc. Mariana Passos da Conceição

Documento assinado digitalmente
MARIANA PASSOS DA CONCEICAO
Data: 16/06/2026 07:42:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Registro, 15 / 06 / 2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, força e discernimento para concluir esta jornada, iluminando meu caminho em cada etapa da graduação.

À minha família, meu porto seguro: meus pais, Wesley e Fabiana, pelo amor incondicional, pelo apoio em todos os momentos e por nunca medirem esforços para que eu pudesse chegar até aqui. Ao meu irmão, Matheus, pela parceria e pelo incentivo constante.

À minha namorada e parceira, Martina Lopez, por caminhar ao meu lado, pela paciência, carinho e companheirismo em todos os momentos dessa trajetória.

À República Capim Kanela, pelo acolhimento desde o início da graduação e por terem se tornado verdadeiros amigos do coração, tornando essa caminhada mais leve e cheia de bons momentos.

Por fim, à Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, ao meu orientador, Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane, pela orientação, paciência e ensinamentos transmitidos ao longo deste trabalho, e ao Laboratório de Diagnóstico de Solo, Planta e Fisiologia Vegetal, pela estrutura e apoio disponibilizados para a realização das análises.

Sumário

	Página
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

Lista de Tabelas

	Página
Tabela 1 – Estatística descritiva e estimativa do número de plantas necessárias para avaliação dos teores de nutrientes em bananeiras, “Prata Catarina”, em função do erro na estimativa da média.....	21

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1 - Método de Amostragem Internacional de Referência (MEIR) para bananeira segundo MARTIN-PRÉVEL, 1984.....	13
Figura 2 – Número de plantas amostradas em função do erro amostral para micronutrientes.....	22
Figura 3 – Número de plantas amostradas em função do erro amostral para macronutrientes.....	23

AMOSTRAGEM PARA DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL DE BANANEIRA PRATA ‘CATARINA’

A diagnose foliar constitui ferramenta relevante para avaliação do estado nutricional da bananeira ‘Prata Catarina’, sendo a amostragem uma das etapas mais suscetíveis a erros. O presente estudo teve como objetivo determinar o tamanho de amostra foliar adequado para diagnose do estado nutricional de macronutrientes e micronutrientes na cultura, em área de produção comercial localizada no município de Registro, São Paulo. Foram coletadas 31 amostras foliares individuais na terceira folha a partir do ápice, segundo o Método de Amostragem Internacional de Referência (MEIR) para bananeira (Martin-Prével, 1984), em plantas com inflorescência e todas as pencas femininas abertas. As folhas foram lavadas, secas em estufa a 65°C, moídas e submetidas à determinação de nutrientes conforme Bataglia et al. (1983). O número de unidades amostrais foi estimado a partir do erro-padrão da média, utilizando-se a equação proposta por Thompson (1992), para níveis de erro entre 1% e 30% da média. Os coeficientes de variação dos nutrientes variaram de 10,9% (P) a 22,6% (Fe), classificando-se predominantemente como de magnitude média. Considerando um erro máximo admissível de 10%, o fósforo apresentou a menor exigência amostral, com 4 plantas, enquanto o ferro exigiu 21 plantas. Com base nesses resultados, recomenda-se a coleta de 12 plantas por talhão para avaliação de macronutrientes e 21 plantas para micronutrientes, valores que garantem representatividade e confiabilidade à diagnose foliar da bananeira ‘Prata Catarina’.

Palavras-Chave: Unidades amostrais; variabilidade horizontal; diagnose foliar; nutrição mineral.

SAMPLING FOR DIAGNOSIS OF NUTRITIONAL STATUS BANANA 'CATARINA'

Foliar diagnosis is a valuable tool for assessing the nutritional status of 'Prata Catarina' banana, sampling being one of the stages most prone to error. This study aimed to determine the adequate foliar sample size for diagnosing the nutritional status of macronutrients and micronutrients in the crop, in a commercial production area located in Registro, São Paulo, Brazil. Thirty-one individual leaf samples were collected from the third leaf from the apex, following the International Reference Sampling Method (MEIR) for banana (Martin-Prével, 1984), from plants with inflorescence and all female hands open. Leaves were washed, oven-dried at 65°C, ground, and submitted to nutrient determination as described by Bataglia et al. (1983). The number of sampling units was estimated from the standard error of the mean, using the equation proposed by Thompson (1992), for error levels ranging from 1% to 30% of the mean. Coefficients of variation ranged from 10.9% (P) to 22.6% (Fe), classified predominantly as medium magnitude. Considering a maximum admissible error of 10%, phosphorus required the smallest sample size, with 4 plants, while iron required 21 plants. Based on these results, the collection of 12 plants per plot is recommended for macronutrient evaluation and 21 plants for micronutrients, values that ensure representativeness and reliability of foliar diagnosis in 'Prata Catarina' banana.

Keywords: Sampling units; horizontal variability; leaf analysis; mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

A cultura da banana é amplamente cultivada no Brasil sendo o estado de São Paulo o maior produtor nacional com 963 mil toneladas, o que equivale a participação de 14,4% da produção seguido pelos estados da Bahia e Minas Gerais com participação 12,6 e 12,4 %, respectivamente (IBGE, 2024). Dentre as regiões produtoras do estado de São Paulo, o Vale do Ribeira se destaca com as maiores áreas e produtividades, com aproximadamente, 42,2 mil hectares cultivados e produtividade média de 22,9 t ha⁻¹, superando de maneira significativa a média nacional que é de 14 t ha⁻¹ (2001-2006) (Gonçalves et al., 2006).

Em São Paulo o setor da bananicultura fatura cerca de R\$ 13,8 bilhões por ano e gera 500 mil empregos diretos, em função do seu preço acessível, a banana tem importante papel social (IBGE, 2021).

Apesar da destacada importância do Vale do Ribeira, na produção estadual de bananas há produtores que ainda limitam o cultivo da frutífera ao empregarem técnicas e métodos inadequados, encontrando dificuldades em prosseguir com uma agricultura sustentável e economicamente rentável. Um dos pilares para uma agricultura de sucesso é o monitoramento do estado nutricional das plantas, que pode ser realizado com as análises foliares.

É importante que se compreenda que a diagnose do estado nutricional faz parte de um programa composto de várias etapas, e que sua eficácia depende da qualidade do resultado da análise de tecido vegetal, bem como da base experimental que gerou a informação. As diferentes etapas que determinam o sucesso dessa ferramenta podem ser assim resumidas: amostragem de tecido, encaminhamento da amostra ao laboratório; preparo da amostra; determinação analítica; interpretação dos resultados; recomendação de corretivos/fertilizantes.

A amostragem de folhas, como ocorre também com o solo, é a etapa mais crítica do processo e na qual verificam-se falhas com maior frequência. Desse modo, sua execução deve ser cuidadosa, seguindo rigorosamente a padronização indicada para cada cultura frutífera que se quer avaliar. Nunca é demais lembrar que se a amostra coletada não for representativa do pomar a ser

avaliado, todo o restante do programa estará comprometido, ou seja, a análise laboratorial não é mais importante que a amostra obtida no campo.

Considerando a grande variação que pode haver ao se analisar os tecidos de uma planta, a amostra deve ser coletada com a máxima homogeneidade possível quanto a: idade, época de coleta, posição no ramo e, em pomares homogêneos quanto a cultivar/variedade, tipo de solo, manejo da área, sanidade, produtividade, condições climáticas.

Um dos grandes benefícios em fazer análises foliares em culturas perenes como a bananeira é a possibilidade de obter dados sobre o estado nutricional da planta em um período que ainda é possível fazer correções e atender com precisão as necessidades da planta. Segundo Rozane et al. (2007, 2009) que avaliaram o número de amostras adequadas para a estimativa do estado nutricional nas culturas da goiaba e da manga, respectivamente, Hernandez et al. (2011) na cultura da carambola, Lamb (1976), em florestas de eucalipto, e Mead (1984) e em florestas de Pinus, indicam que a estimativa média do erro amostral deve ser inferior à 10%.

REVISÃO DE LITERATURA

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. Com uma alta necessidade de adubação, para repor a quantidade de nutrientes extraídos do solo. Devido à evapotranspiração da cultura, uma bananeira pode consumir cerca de 40 litros de água por dia. Assim, o consumo diário de água em um bananal pode alcançar facilmente uma lâmina de 4mm, com a grande variação das condições edafoclimáticas das diversas regiões produtoras de banana do Brasil, talvez as áreas de nutrição, da adubação e da irrigação sejam as mais carentes de informações técnicas, para a cultura da bananeira (Lichtemberg, 2011).

A banana é uma das frutas mais consumidas no Brasil, constituindo parte importante da alimentação das camadas mais carentes da população, sobretudo no meio rural, sendo de grande importância para a fixação do homem no campo e para a geração de emprego. Apesar do grande volume de produção e da ampla distribuição por todo o território nacional, essa cultura caracteriza-se por apresentar baixa produtividade, baixo nível tecnológico e elevadas perdas (Pereira, 2010).

A principal atividade agrícola da região do Vale do Ribeira é o cultivo da bananeira, sendo estimada a existência de cerca de 51 milhões de plantas, distribuídas em cerca de 33 mil hectares. A bananicultura gera para região 30 mil empregos diretos e 45 mil empregos indiretos. Na economia, representa cerca de 80% da receita e 1,7% do PIB estadual. A atividade é desenvolvida em grande parte por micro e pequenos produtores (80%) que empregam mão-de-obra familiar e o restante (20%) por médios e grandes produtores (Gelmini, 2004).

No Brasil, dependendo da região de cultivo, a bananeira pode estar sujeita a seca, alagamento, flutuações significativas da temperatura, baixa temperatura (*chilling*), ventos, etc, além da ação de fatores bióticos sobre a planta e fruto, tais como doenças (Sigatoka Negra e Amarela, Mal do Panamá, Antracnose, Cladosporiose,), pragas (trips, broca,...) e nematóides, etc.

A diagnose foliar de plantas frutíferas vem sendo usada para detectar respostas das plantas aos vários tipos de manejo, possibilitando interpretar, de maneira mais eficiente, as relações entre nutrientes na planta (Silva; Carvalho, 2005)

A folha é o órgão da planta na qual as alterações fisiológicas, em razão de distúrbios nutricionais, tornam-se mais evidentes. Por essa razão, quase sempre os diagnósticos nutricionais

das plantas são feitos através das folhas, pela técnica que, de forma ampla, denomina-se diagnose foliar. A diagnose foliar via análise química, permite a avaliação do estado nutricional, isto é, permite identificar o nível de comprometimento da produtividade, em função da situação nutricional (Teixeira, 1997).

A composição das folhas é afetada por diversos fatores, assim para que a interpretação dos resultados não seja prejudicada é essencial a padronização da amostragem. Além disso, contaminações por pulverizações podem prejudicar a interpretação. Para a diagnose de micronutrientes em folhas, não devem ser feitas aplicações foliares no período do ano agrícola que antecede à amostragem de folhas. (Teixeira, 1997).

Por meio da análise química dos nutrientes na folha, órgão que apresenta maior atividade fisiológica, avalia-se o estado nutricional da planta, comparando-se com um padrão. Para interpretação dos resultados obtidos, estabelecem-se teores-padrão ou faixas de referência, comparando-os com os valores já existentes, através da correlação entre a concentração do nutriente nas folhas e o desenvolvimento ou a produção da cultura. Os teores-padrão de referência têm aplicação universal, embora estejam sempre relacionados com fatores ambientais, solo, cultivares etc. Assim, os valores de referência quase sempre precisam ser adaptados às condições locais, embora alguma extrapolação sempre seja possível (Bataglia & Dechen, 1986).

O planejamento e a padronização da amostragem para diferentes variáveis é um ponto crucial em experimento que envolvem estimativas, deve-se determinar a dimensão da amostragem antes de realizá-la. A fim de evitar dados não confiáveis e não representativos realizados com poucas amostras, porém, apesar de muitas amostras oferecerem dados de melhor qualidade, gastam mais recursos para tal. (Rocha Júnior, 2007).

Segundo o Método de Amostragem Internacional de Referência (MEIR) recomendado por Martin-Prével (1984) para bananeira, para que sejam possíveis comparações entre os teores obtidos a partir de análises foliares, são necessárias algumas padronizações pois a composição mineral do tecido varia de acordo com alguns fatores como: a idade da planta, a folha amostrada, a parte desta folha, condição em que a planta se encontra e a época da amostragem. O método define que a folha amostrada deve ser a terceira contada a partir do ápice na época da emissão floral, a partir desta folha deve-se retirar um pedaço do centro dela, dispensando a nervura central como mostrado na figura 1.

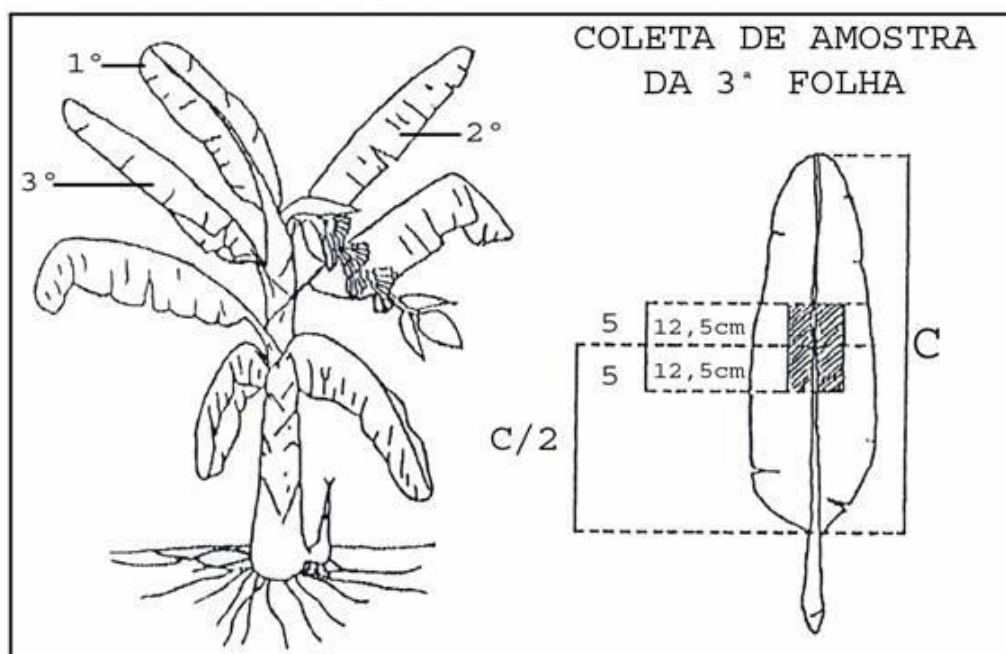


Figura 1 - Método de Amostragem Internacional de Referência (MEIR) para bananeira segundo Martin-Prével, 1984.

Na literatura observam-se inconsistências quando se refere a quantidade de plantas que devem ser amostradas em um talhão para a estimativa do estado nutricional das bananeiras, há indicações amostrais de plantas por talhão que variam de 10 (Martin-Prével, 1987); 20 (Silva, 2011); 30 (Quaggio et al., 1997); ou até mesmo a não indicação (Malavolt, 1997).

Diante de tal situação, este trabalho tem como objetivo determinar para a cultura da banana ‘Prata Catarina’, cultivada na maior região produtora do estado de São Paulo, a quantidade adequada de plantas a serem amostradas para realização de análises foliares para aprimorar o diagnóstico do estado nutricional das plantas, e com isso obter a maior representatividade possível da área amostrada.

A amostragem é uma técnica amplamente utilizada no estudo de populações, decorrente das vantagens que este processo proporciona, como o menor custo e rapidez na obtenção e na análise dos dados (Braga, 1986). Porém, utilizando a amostragem, os resultados estarão sujeitos a um certo grau de incerteza, já que os dados mensurados em amostras podem conduzir a uma variação aleatória relativa ao método de medição e ao próprio material e por considerar apenas uma parte

da população (Heath, 1981). Estes erros podem ser reduzidos trabalhando-se com instrumentos de medida mais precisos e com uma amostra dimensionada para a precisão desejada. De acordo com Silveira Júnior et al. (1980), ao dimensionar uma amostra, necessita-se do conhecimento prévio da variância da população e do grau de precisão desejado, mas quando não se dispõem de informações sobre esta variabilidade, deve-se realizar uma pré-amostragem, em pequena escala para que se possam obter as estimativas dos parâmetros populacionais (média e variância) que serão usados na obtenção do melhor tamanho da amostra, pois quanto maior o tamanho amostral, maior será o tempo e os gastos despendidos com a amostragem, e por outro lado, amostras pequenas podem resultar em menor precisão, o que é indesejável.

Cargnelutti Filho et. al. (2010), afirmam que em experimentos agrícolas, a mensuração em todas as plantas (indivíduos) da área útil da unidade experimental é a técnica adequada para estimar a média do caráter em avaliação. Entretanto, a disponibilidade de tempo, mão-de-obra, recursos financeiros e humanos, muitas vezes, limita a avaliação de grande número de plantas, principalmente, quando muitos caracteres devem ser mensurados. Nesses casos, a amostragem de plantas dentro da unidade experimental é uma alternativa adequada.

Segundo Fontes (2001), todo o processo de amostragem tem o objetivo básico de garantir uma adubação correta com qualidade, que traz benefícios ao meio ambiente, ao produtor, aos agentes técnicos, bem como aos consumidores. O autor ainda indica que a análise foliar é um procedimento direto, e as amostras obtidas para essa análise devem ser obtidas com procedimentos apropriados e padronizados para cada espécie. Desse modo, deve-se ter um critério no número de amostras, visto que existem diferentes recomendações que não advêm de definições estatísticas e que não obedece às particularidades e variabilidades próprias de cada cultura. Na realização da amostragem é dever do técnico excluir efeitos de fatores bióticos e abióticos para obter um correto diagnóstico da análise. E com o uso da tecnologia apropriada consegue-se alcançar o manejo econômico e preciso da adubação para cada cultivar, e em cada região.

O tamanho de amostra é diretamente proporcional à variabilidade dos dados populacionais (Fernandes e Silva, 1996; Brbin, 2003; Cargnelutti Filho et al., 2009) e ao grau de confiança desejado na estimativa e inversamente proporcional ao erro permitido, fixado *a priori* pelo pesquisador (Cargnelutti Filho et al., 2009). A relação entre os erros experimental (variação entre as parcelas) e amostral (variação entre as plantas dentro da parcela) permite inferir quanto à adequabilidade do aumento do número de repetições ou do tamanho de amostra para melhoria da

precisão experimental (Ramalho et al., 2000; Barbin, 2003; Stork *et al.*, 2006). Quando o erro experimental é significativamente superior ao erro amostral, o aumento do número de repetições do experimento é adequado. Caso contrário, pode-se melhorar a precisão experimental aumentando-se, também, o número de indivíduos por parcela.

Vários trabalhos já foram realizados para determinar o melhor tamanho da amostra em experimentos realizados em campo para diversas culturas agrícolas, como os de Storck (1979), em soja por Estefanel et al. (1984), em feijoeiro por Estefanel et al. (1996) e Oliveira (1994), em tomateiro por Lopes et al. (1998) e em alho por Peiretti et al. (1990), em alface por Marodim et al. (2000), em abóbora por Souza et al. (2002), em pimentão por Lucio et al. (2003), em feijão por Cargnelutti Filho et al. (2008), em milho-pipoca por Catapatti et al. (2008), em soja por Cargnelutti Filho et al. (2009), em mamoneira por Cargnelutti Filho et al. (2010).

Cargnelutti Filho et al. (2013), determinaram a amostragem de 1 folha em 36 plantas necessárias para estimar a média do índice SPAD em crambe (*Crambe abyssinica*), cultivar ‘FMS Brilhante’, esses valores estabelecem um intervalo de confiança de 95% igual a 3, o que garante maior precisão em trabalhos futuros e maior credibilidade nos resultados.

Com a mesma base, Toebe et al. 2011, propôs determinar o tamanho da amostra necessária para avaliar a firmeza de polpa e a cor de fundo da epiderme, em pêssego ‘Eragil’ e maçã ‘Royal Gala’ submetidos a diferentes formas de armazenamento. Alcançando os valores de 121 frutos para pêssego e 24 frutos para maçã, com um erro de estimação de 5% da média com base na distribuição t de Student.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área comercial de bananeiras ‘Prata Catarina’, localizada na maior região produtora do estado de São Paulo, no município de Registro em uma propriedade tradicional que cultiva a frutífera às margens do Rio Ribeira de Iguape à Latitude 24°30'31.8"S e Longitude 47°43'40.7"W. Com base no sistema de Köppen (Setzer, 1966) o clima da região é classificado como Af tropical úmido sem estação seca e a precipitação média é de 1900mm/ano. As plantas do talhão que foram avaliadas possuem 6 anos de idade e são conduzidas sem irrigação.

As coletas das amostras foram feitas no dia 28/10/2025, onde foram coletadas dentro de um talhão de 3,6 ha a quantia de 31 plantas, todas segundo o método de amostragem internacional de referência (MEIR) para bananeira (Martin-Prével, 1984), as 31 amostras foram coletadas de maneira aleatória simples e individuais na terceira folha a partir do ápice, com a planta apresentando a inflorescência com todas as pencas femininas abertas. Retirando da folha número 3 uma faixa central com largura de 10 cm, eliminando-se a nervura central e as metades externas dessa faixa.

Para as amostras de folha, foram seguidos os procedimentos de lavagem previa de cada folha, onde primeiro foram lavadas em detergente neutro (1ml/L), logo em seguida foram enxaguadas em água corrente e em sequência passadas por imersão em uma solução de HCl (3ml/L), por fim um enxágue em água deionizada. Após a lavagem as amostras foram levadas a estufa a 65°C até atingirem peso constante, após a secagem as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey para posterior determinação de nutrientes como descrito por Bataglia et al.(1983). Os procedimentos analíticos foram realizados junto ao Laboratório de Diagnose de Solo, Planta e Fisiologia Vegetal localizado na Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, em Registro -SP.

O número de unidades amostrais para estimar os parâmetros de uma população infinita, para um nível de precisão desejado, baseando-se no erro-padrão da média, foi dado pela equação descrita em Thompson (1992):

$$n = \frac{t^2 s^2}{d^2 m^2}$$

Onde:

n: é o tamanho da amostra estimada;

t: é o valor da distribuição t de Student a 5% de probabilidade;

s²: é a variância;

d: é o erro na estimativa da média, em porcentagem, variando de 1% a 30% da média;

m: é a média amostral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos nas análises foliares da bananeira ‘Prata Catarina’, foram calculados os parâmetros estatísticos descritivos dos teores de macro e micronutrientes, permitindo avaliar a variabilidade dos dados e determinar o número de plantas necessárias para compor uma amostra representativa do talhão.

Os teores médios dos nutrientes apresentaram comportamento compatível com valores reportados na literatura para a cultura da bananeira (Borges; Souza, 2009). No entanto, alguns nutrientes, como Boro (B), potássio (K), e manganês (Mn) apresentaram valores inferiores às faixas consideradas adequadas (Borges; Souza, 2009), o que pode indicar possíveis limitações nutricionais ou variações decorrentes de fatores edafoclimáticos e de manejo.

De acordo com Pimentel-Gomes e Garcia (2002), a variabilidade de um atributo pode ser classificada de acordo com a magnitude do seu coeficiente de variação, que pode ser: (a) baixo, quando menor que 10%; (b) média, quando entre 10 e 20%; (c) alta, quando entre 20 e 30%; e (d) muito alta, se maior que 30% a análise do coeficiente de variação (CV) demonstrou que a maioria dos nutrientes (Tabela 1) apresentou variabilidade classificada como média, com valores entre 10% e 20%, conforme critérios de Pimentel-Gomes e Garcia (2002), evidenciando uma heterogeneidade moderada entre as plantas avaliadas. Por outro lado, alguns micronutrientes apresentaram maior dispersão dos dados, indicando maior sensibilidade às variações ambientais e de solo.

Resultados semelhantes foram observados por Rozane et al. (2009) e Hernandez et al. (2011), que também verificaram coeficientes de variação médios a elevados em culturas perenes, reforçando que a variabilidade observada neste estudo é compatível com condições de campo.

Tabela 1 – Estatística descritiva e estimativa do número de plantas necessárias para avaliação dos teores de nutrientes em bananeiras, “Prata Catarina”, em função do erro na estimativa da média.

Estimativa do erro, %	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	947	490	1091	1220	817	578	1896	841	2131	1368	1509
2	237	122	273	305	204	145	474	210	533	342	377
3	105	54	121	136	91	64	211	93	237	152	168
4	59	31	68	76	51	36	119	53	133	85	94
5	38	20	44	49	33	23	76	34	85	55	60
6	26	14	30	34	23	16	53	23	59	38	42
7	19	10	22	25	17	12	39	17	43	28	31
8	15	8	17	19	13	9	30	13	33	21	24
9	12	6	13	15	10	7	23	10	26	17	19
10	9	5	11	12	8	6	19	8	21	14	15
Und. Medida	----- g/kg-----						----- mg/kg -----				
Média	25,8	1,9	23,0	7,2	3,3	1,9	9,4	7,1	110,2	354,9	15,6
Limite Inferior	24,4	1,8	21,6	6,8	3,1	1,8	8,7	6,8	100,9	330,9	14,5
Limite Superior	27,3	2,0	24,4	7,7	3,5	2,0	10,2	7,5	119,5	378,9	16,7
Desvio Padrão	3,9	0,2	3,7	1,2	0,5	0,2	2,0	1,0	24,9	64,4	3,0
Variância	15,2	0,0	13,8	1,5	0,2	0,0	4,0	1,0	622,2	4141,6	8,8
C. V%	15,1	10,9	16,2	17,1	14,0	11,8	21,4	14,2	22,6	18,1	19,0

A variabilidade dos dados influenciou diretamente a determinação do tamanho de amostra necessário para estimar a média populacional com precisão. De acordo com Fernandes e Silva (1996) e Cargnelutti Filho et al. (2009), quanto maior a variância dos dados, maior o número de unidades amostrais requerido para atingir um determinado nível de erro.

No presente estudo, considerando um erro máximo admissível de 10% na estimativa da média, o número de plantas necessárias para representar adequadamente o talhão variou entre os nutrientes. O fósforo (P) apresentou a menor variabilidade, sendo necessárias apenas 4 plantas para atingir esse nível de precisão (Figura 2). Em contraste, o ferro (Fe) apresentou a maior variabilidade, exigindo 21 plantas para garantir o mesmo nível de confiabilidade (Figura 3).

Na diagnose foliar de talhões de bananeira, o fósforo (P) tende a apresentar maior estabilidade entre plantas devido à sua alta mobilidade no floema, que permite retranslocação entre

tecidos, e à homeostase fisiológica rígida imposta por sua função estrutural em ATP, ácidos nucleicos e fosfolipídios — mecanismos que atenuam oscilações pontuais de absorção (Souza et al., 2012).

Já o ferro (Fe) apresenta variabilidade muito superior por três razões principais: (i) baixíssima mobilidade no floema, o que faz o teor foliar refletir a absorção radicular exata do momento de formação da folha, sem diluição posterior; (ii) alta heterogeneidade de disponibilidade no solo, associada a variações de pH, potencial redox e microtopografia — fator especialmente relevante no Vale do Ribeira, onde o cultivo ocorre de morros a várzeas sob diferentes manejos (Godoy et al., 2009); e (iii) elevada suscetibilidade à contaminação da amostra por partículas de solo ricas em óxidos de Fe, mesmo após lavagem do material foliar.

Essa maior variância intrínseca do Fe já foi demonstrada empiricamente: em estudo de dimensionamento amostral em mangueira, Rozane et al. (2007) constataram que 10 plantas eram suficientes para estimar macronutrientes com confiabilidade, enquanto o Fe exigiu amostragem mínima de 30 plantas — evidência direta de sua maior dispersão em relação aos demais elementos.

Esse comportamento evidencia que diferentes nutrientes possuem exigências distintas quanto ao tamanho amostral, sendo diretamente influenciados pela variabilidade de seus teores foliares. Nutrientes com maior variabilidade demandam maior número de amostras para reduzir o erro da estimativa, enquanto nutrientes mais estáveis requerem menor esforço amostral.

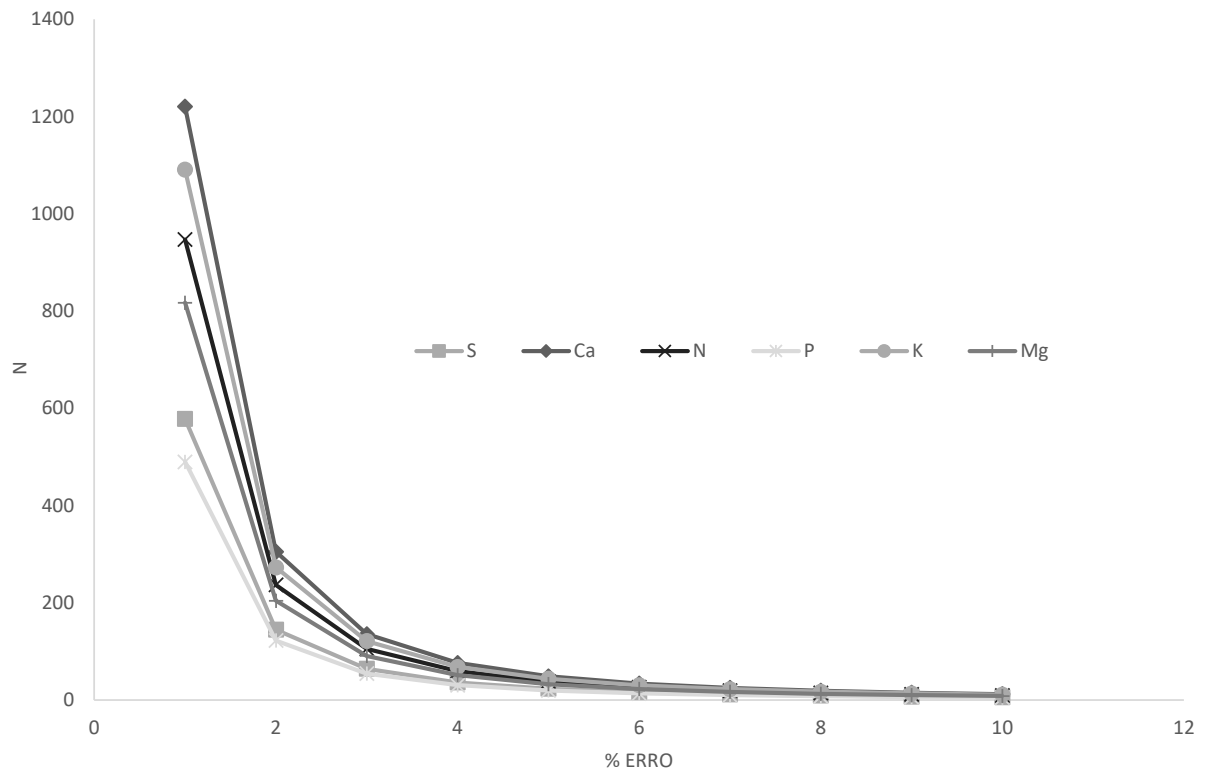


Figura 2 – Número de plantas amostradas em função do erro amostral para macronutrientes.

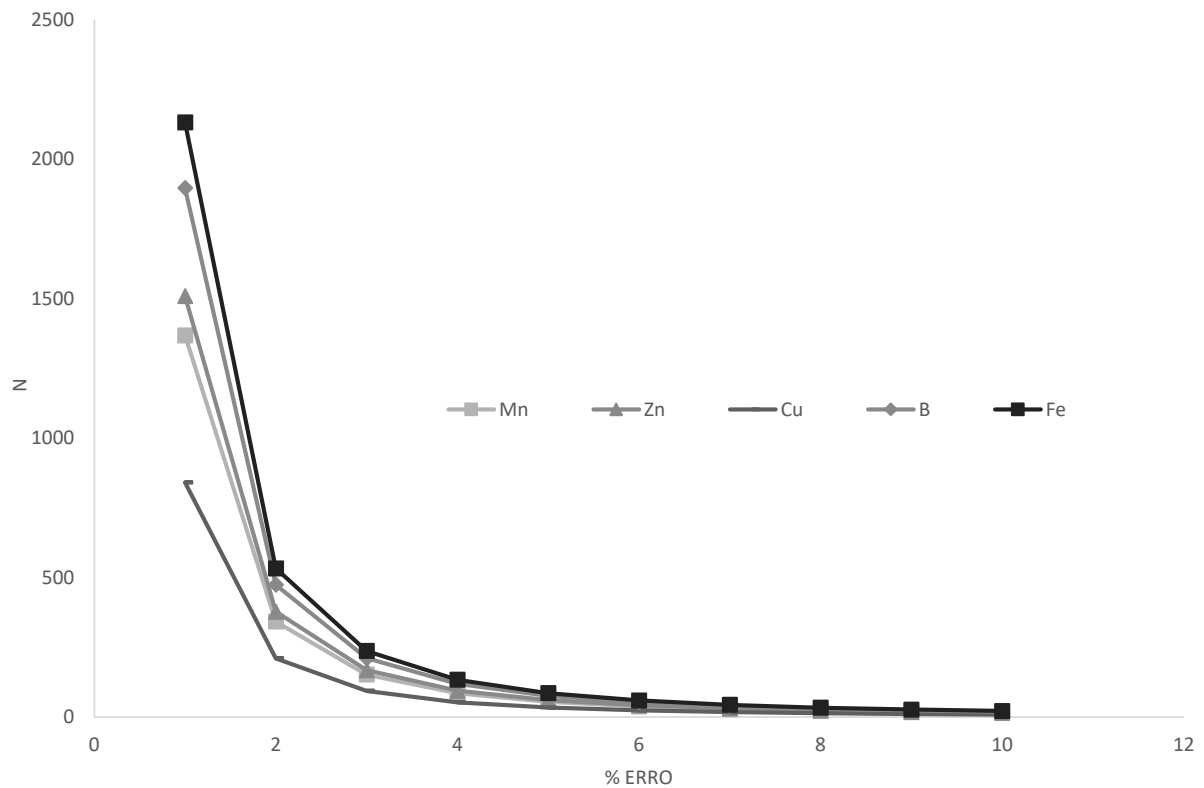


Figura 3 – Número de plantas amostradas em função do erro amostral para micronutrientes.

Dessa forma, para garantir que todos os nutrientes sejam representados adequadamente na análise, recomenda-se que o tamanho da amostra seja definido com base no nutriente que apresenta maior exigência amostral. Assim, a adoção de 12 plantas por talhão para análise de macronutrientes e 21 plantas por talhão para micronutrientes mostram-se suficientes para assegurar uma estimativa confiável dos teores nutricionais da cultura, considerando um erro de 10%.

Do ponto de vista prático, a definição desse tamanho amostral permite equilibrar a precisão dos resultados com a viabilidade operacional, evitando tanto a subamostragem, que compromete a confiabilidade dos dados, quanto o excesso de coletas, que eleva desnecessariamente os custos e o tempo de execução das análises.

CONCLUSÃO

Conclui-se que há variabilidade nos teores de nutrientes foliares entre plantas de bananeira ‘Prata Catarina’ dentro de um mesmo talhão, sendo essa variabilidade predominantemente de magnitude média.

O número de plantas necessário para compor uma amostra representativa varia em função da variabilidade de cada nutriente, sendo maior para os micronutrientes que apresentam maior dispersão dos dados.

Considerando um erro máximo de 10% na estimativa da média, o número de plantas necessário variou de 4 a 21, sendo o fósforo (P) o nutriente de menor exigência amostral e o ferro (Fe) o de maior exigência.

Recomenda-se a amostragem de 12 plantas por talhão para análise de macronutrientes e 21 plantas por talhão para macro e micronutrientes, valor suficiente para garantir a representatividade e a confiabilidade dos resultados da análise foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2014. 480 p.
- AMIJEE, F.; BARRACLOUGH, P. B.; TINKER, P. B. Modeling phosphorus uptake and utilization by plants. In: JOHANSEN, C.; LEE, K. K.; SAHRAWAT, K. L. (eds.). Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi-arid tropics. Patancheru: ICRISAT, 1991. p. 63-75.
- BARBER, S. A. The role of root interception, mass-flow and diffusion in regulating the uptake of ions from soils. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). Limiting steps in ion uptake by plants from soil. Vienna: IAEA, 1966. p. 39-45. (Technical Report Series, 65).
- BARBIN, D. Planejamento e análise estatística de experimentos agronômicos. Arapongas: Midas, 2003. 208 p.
- BARROSO, A. A. F.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B.; COSTA, S. C.; AZEVEDO, B. M. Teores de macronutrientes em folhas de bananeira cv. Pacovan Apodi, sob lâminas de irrigação e doses de potássio. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 31, n. 3, p. 529-538, 2011.
- BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1., 1986, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação Cargill, 1986. p. 115-136.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).
- BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I. A.; MENDOZA, E.; DUBOC, E.; BARREIROS, R. M.; CORRÊA, F. M. Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu-São Paulo, Brasil. Scientia Florestalis, n. 65, p. 219-227, 2004.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Calagem e adubação para bananeira. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 57-73.
- BRAGA JR., R. L. C. Estudo sobre a distribuição do N no dimensionamento de amostras. 1986. 100 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; JOST, E.; POERSCH, N. L. Tamanho de amostra de caracteres de cultivares de feijão. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 635–642, mai./jun. 2008.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 983–991, 2009.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de parcela e número de repetições para mamoneira em diferentes espaçamentos entre plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1047–1054, 2010.

CATAPATTI, T. R.; GONÇALVES, M. C.; SILVA NETO, M. R.; SOBROZA, R. Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agrônômicos em milho-pipoca. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 3, p. 855-862, 2008.

CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Portal do Governo do Estado de São Paulo. 2013. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br>. Acesso em: 15 maio 2026.

ESTEFANEL, V.; SACCOL, A. V.; SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; MANFRON, P. A. Tamanho da amostra para estimar características agrônômicas da soja. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v. 14, n. 4, p. 221–229, 1984.

ESTEFANEL, V.; GUEDES, J. V. C.; MANARA, W. Tamanho da amostra para avaliação de componentes do rendimento na cultura do feijoeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 367–370, 1996.

FERNANDES, E.N., SILVA, P.S.L. Tamanho da amostra e método de amostragem para caracteres da espiga do milho. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 20, n. 2, p. 252-256, abr./jun. 1996. HEATH, O. V. S. A estatística na pesquisa científica. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1981. 95 p. (Temas de Biologia, v. 1).

FONTES, P. C. R., *Diagnóstico do Estado Nutricional das Plantas*. Viçosa. Editora UFV, 2001.

GONÇALVES, J. S.; PEREZ, L. H. Aspectos da economia da banana em São Paulo e no Brasil. In: [livro sobre cultura da banana]. São Paulo: Instituto Biológico, 2006. cap. 1.

GODOY, L. J. G. et al. Levantamento nutricional de bananais do Vale do Ribeira-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 2, 2009.

HERNANDES, A.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; ROMUALDO, L. M.; NATALE, W. Amostragem para diagnose do estado nutricional e avaliação da fertilidade do solo em caramboleiras. *Bragantia*, v. 70, p. 657-663, 2011.

IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM). Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 1 jul. 2026.

IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM). Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 1 jul. 2026.

LAMB, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in fast-growing tropical eucalypt. *Plant and Soil*, v. 45, p. 477-492, 1976.

LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. S. F. Avanços na bananicultura brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. esp., p. 29-36, 2011.

LOPES, S. J.; STORCK, L.; HELDWEIN, A. B.; FEIJÓ, S.; ROS, C. A. da. Técnicas experimentais para tomateiro tipo salada sob estufas plásticas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 193–197, 1998.

LÚCIO, A. D. et al. Variação temporal do tamanho de amostra para experimentos em estufa plástica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1043–1049, 2003. (nota: este é o artigo de Lúcio et al. 2003 sobre pimentão, confirmado por múltiplas citações na literatura)

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

MARODIM, V. S.; STORCK, L.; LOPES, S. J.; SANTOS, O. S.; SCHIMIDT, D. Delineamento experimental e tamanho de amostra para alface cultivada em hidroponia. *Ciência Rural*, v. 30, n. 5, p. 779-781, 2000.

MARTIN-PRÉVEL, P. Banana. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. *Plant analysis: as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops*. Paris: Lavoisier Publishing, 1987. p. 637-676.

MARTIN-PRÉVEL, P. Bananier. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales*. Paris: Lavoisier, 1984. p. 715-751.

MEAD, D. J. Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In: BOWEN, G. D.; NAMBIAR, E. K. (ed.). *Nutrition of plantation forests*. London: Academic Press, 1984. cap. 10, p. 259-291.

MOREIRA, R. S. Banana: teoria e prática de cultivo. 2. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1999. CD-ROM.

OLIVEIRA, P. H.; ESTEFANEL, V. Tamanho e forma ótimos da parcela para avaliação de rendimento em experimentos com batata. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 205–208, 1994.

PEIRETTI, D. A.; BIDERBOST, E. B.; CARRERAS, J. J. et al. Tamaño y forma de la parcela experimental de ajo (*Allium sativum* L.). *Revista de Ciencias Agropecuarias*, Córdoba, v. 7, p. 45–48, 1990.

PEREIRA, V. M. O. et al. Incidência e frequência de fungos em bananas comercializadas na feira livre de Pombal – PB. *Revista Verde*, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 218-223, 2010.

ROZANE, D. E.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; BARBOSA, J. C. Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 2, p. 371-376, 2007.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

SOUZA, M. F. et al. Tamanho da amostra para peso da massa de frutos, na cultura da abóbora italiana em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 123–128, 2002.

SOUZA, H. A. et al. Época de amostragem foliar para diagnóstico nutricional em bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, p. 859-864, 2012.

STORCK, L. Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.). 1979. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.

STORCK, L. et al. Experimentação vegetal. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 2006. 198p.

THOMPSON, S. K. Sampling. **New York**: John Wiley & Sons, 1992.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002.