

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA DA BANANEIRA PRATA-ANÃ E
EXPERIÊNCIAS COM OUTRAS CULTIVARES NAS ILHAS
CANÁRIAS**

ERVAL RAFAEL DAMATTO JUNIOR

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu,
para a obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Área de Concentração em
Horticultura

BOTUCATU-SP
Novembro – 2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU**

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA DA BANANEIRA PRATA-ANÃ E
EXPERIÊNCIAS COM OUTRAS CULTIVARES NAS ILHAS
CANÁRIAS**

ERVAL RAFAEL DAMATTO JUNIOR

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu,
para a obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Área de Concentração em
Horticultura

**BOTUCATU - SP
Novembro – 2008**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

D155a Damatto Junior, Erval Rafael, 1978-
Adubação orgânica da bananeira prata-anã e experiências com outras cultivares nas ilhas canárias / Erval Rafael Damatto Junior. - Botucatu : [s.n.], 2008.
xvi, 94 f. : il. color., gráfs., tabs

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
Inclui bibliografia

1. Banana. 2. Potássio na agricultura. 3. Pós-colheita. 4. Nutrição. 5. Adubação orgânica. I. Villas Bôas, Roberto Lyra. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu) Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

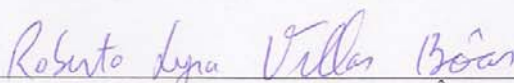
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ADUBAÇÃO ORGÂNICA DA BANANEIRA PRATA-ANÃ E EXPERIÊNCIAS COM OUTRAS CULTIVARES NAS ILHAS CANÁRIAS"

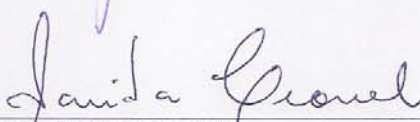
ALUNO: ERVAL RAFAEL DAMATTO JÚNIOR

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Aprovado pela Comissão Examinadora



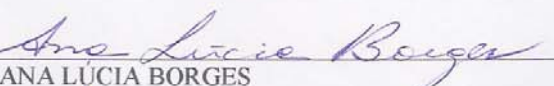
PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS



PROFª. DRª. SARITA LEONEL



PROF. DR. CARLOS RUGGIERO



PROFª. DRª. ANA LÚCIA BORGES



PROF. DR. VÍCTOR GALÁN SAÚCO

Data da Realização: 26 de novembro de 2008.

AGRADECIMENTOS

A minha família por todo apoio, carinho e paciência em todas as fases de minha vida, sem os quais meus objetivos de vida não teriam sido alcançados de forma exitosa.

Aos meus amigos e colegas da FCA por toda ajuda prestada e principalmente pelo companheirismo. Quero agradecer especialmente aos grandes amigos Francisca Alcivania de M. Silva e André J. de Campos que estiveram ao meu lado em todos os momentos. Também não posso me esquecer dos amigos Isabele Sarzi, Gláucia C. Moreira, Luciana Manoel, Érika Fujita, que estiveram presentes em minha vida neste período sempre incentivando e colaborando.

Ao meu orientador, Profº. Drº. Roberto Lyra Villas Bôas, pela amizade, pelos grandes e importantes ensinamentos transmitidos e por sua confiança em mim depositada em mais de cinco anos de trabalho.

À minha querida professora e amiga Sarita Leonel, que com muita bondade e paciência colaborou enormemente com meu crescimento profissional, com o desenvolvimento deste projeto e de outros trabalhos que tive o prazer de colaborar.

Ao professores Dirceu Maximino Fernandes e Regina Marta Evangelista que colaboraram para o bom andamento e desenvolvimento deste trabalho.

À FCA e à UNESP por possibilitar um grande crescimento profissional, desde a graduação, passando pelo mestrado e concluindo com o doutorado.

À Fapesp por acreditar e apoiar financeiramente o projeto na fase de mestrado (Processo nº. 02/11484-4) e de doutorado (Processo nº. 04/13977-3).

À Capes pela concessão da bolsa de estágio de doutorado no exterior, que foi de grande valia para aprimoramento de técnicas e conhecimentos sobre bananicultura.

Ao orientador no exterior e amigo Dr. Victor Galán Saúco por me receber de braços abertos no ICIA e em sua casa, o qual certamente foi um importante pilar para minha formação. Também não posso deixar de agradecer à sua esposa Ana Luisa, que foi uma amiga dedicada.

Ao ICIA (Instituto Canário de Investigaciones Agrarias) pela possibilidade de estagiar num renomado centro de pesquisa de reconhecimento internacional e aos colegas e amigos que fiz durante esse estágio, que sem dúvida alguma facilitaram minha rápida e prazerosa adaptação nas Ilhas Canárias – Espanha.

Aos funcionários dos Departamentos de Ciência do Solo, Horticultura e Engenharia Rural da FCA, em especial ao Jair, Noel, Pedro, Édson, que certamente sem os quais esse trabalho não seria realizado de forma tão criteriosa como foi.

Enfim, a todas aquelas outras pessoas que de uma forma especial contribuíram com o desenvolvimento e andamento do trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	XIII
SUMMARY	XV
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Características da bananicultura como atividade agrícola	3
2.2. Importância da nutrição para a bananicultura	5
2.3. Absorção de nutrientes pela bananeira.....	7
2.4. Importância da adubação orgânica e da matéria orgânica no solo.....	8
2.5. Importância da manutenção dos restos culturais no bananal	10
2.6 Cultivo de banana em ambiente protegido nas Ilhas Canárias - Espanha	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Experimento no Brasil	13
3.1.1. Localização e caracterização da área experimental.....	14
3.1.2. Produção do composto	16
3.1.3. Aplicação do composto orgânico ao solo	18
3.1.4. Instalação do experimento.....	20
3.1.5. Irrigação: Sistema e Manejo.....	22
3.1.6. Tratamentos	23
3.1.7. Condução do experimento.....	23
3.1.8 Atributos avaliados.....	24
3.1.8.1. Solo – atributos químicos	24
3.1.8.2. Caracterização das plantas	25
3.1.8.3. Qualidade dos frutos.....	25
3.1.8.4. Mineralização do composto orgânico	26
3.1.8.5. Quantidades de nutrientes na bananeira	27
3.1.8.6. Decomposição dos restos culturais	27
3.1.9. Delineamento experimental	28

	Página
3.2. Experimentos realizados nas Ilhas Canárias - Espanha	28
3.2.1. Cultivo de bananas em diferentes áreas na ilha de Tenerife	28
3.2.2. Qualidade de frutos das bananeiras Gran Enana e Gruesa sob diferentes coberturas de estufa	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Experimento no Brasil	31
4.1.1. Variáveis climáticas	31
4.1.2. Solo – atributos químicos	32
4.1.3. Teores foliares de nutrientes.....	44
4.1.4. Parâmetros de crescimento de plantas.....	52
4.1.5. Parâmetros de produção das plantas.....	55
4.1.5.1. Influência dos tratamentos nas características de produção	55
4.1.5.2. Variação das características de produção durante as safras	59
4.1.6. Qualidade dos frutos.....	61
4.1.7. Mineralização do composto orgânico.....	65
4.1.8. Quantidade de nutrientes na bananeira.....	68
4.1.9. Decomposição dos restos culturais.....	72
4.2. Experimentos realizados nas Ilhas Canárias - Espanha	74
4.2.1. Cultivo de bananas em diferentes áreas na ilha de Tenerife	74
4.2.2. Qualidade de frutos das bananeiras Gran Enana e Gruesa sob diferentes coberturas de estufa	77
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
6. CONCLUSÕES	83
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 01. Resultados de análise química dos compostos produzidos para adubação das bananeiras.....	18
TABELA 02. Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo no 2º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (maio/2004).....	32
TABELA 03. Variações dos micronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo no 2º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (maio/2004)	34
TABELA 04. Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo no 3º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro/2005)	35
TABELA 05. Variações dos micronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo no 3º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro/2005)	36
TABELA 06. Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo em duas fases do 4º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro e abril de 2006)	37
TABELA 07. Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 20 a 40 cm de profundidade do solo em duas fases do 4º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro e abril de 2006)	38

	Página
TABELA 08. Variações dos micronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo em duas fases do 4º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro e abril de 2006)	39
TABELA 09. Variações dos micronutrientes na camada de 20 a 40 cm de profundidade do solo em duas fases do 4º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro e abril de 2006)	40
TABELA 10. Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo em duas fases do 5º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (outubro de 2006 e fevereiro de 2007)	41
TABELA 11. Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 20 a 40 cm de profundidade do solo em duas fases do 5º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (outubro de 2006 e fevereiro de 2007)	42
TABELA 12. Variações dos micronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo em duas fases do 5º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (outubro de 2006 e fevereiro de 2007)	43
TABELA 13. Variações dos micronutrientes na camada de 20 a 40 cm de profundidade do solo em duas fases do 5º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã´ adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (outubro de 2006 e fevereiro de 2007)	43
TABELA 14. Teores médios de macronutrientes nas folhas de bananeira `Prata-Anã´ adubadas com composto orgânico, no florescimento do 1º ao 5º ciclo (g kg ⁻¹). Botucatu	45

	Página
TABELA 15. Teores médios de micronutrientes nas folhas de bananeira `Prata-Anã´ adubadas com doses de composto orgânico, no florescimento do 1º ao 5º ciclo (g kg ⁻¹). Botucatu	50
TABELA 16. Valores médios de altura de plantas, circunferência de pseudocaule, número de folhas por planta e número de dias entre o florescimento e a colheita (D.A.F.) de bananeira `Prata-Anã´, adubada com diferentes doses de composto orgânico do 1º ao 5º ciclo de produção	53
TABELA 17. Valores médios de peso de cacho, número de frutos por cacho, número de pencas por cacho, peso da 2ª penca, número de frutos na 2ª penca, comprimento e diâmetro de frutos de bananeira `Prata-Anã´, adubada com diferentes doses de composto orgânico do em 5 safras.....	57
TABELA 18. Valores médios de textura, sólidos solúveis (SST), pH, acidez (ATT), amido e teores de potássio (K) de frutos de bananeira `Prata-Anã´ no 4º e 5º ciclo de produção.....	62
TABELA 19. Matéria seca (MS) e quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio no composto orgânico enterrados em solo cultivado com bananeiras (Botucatu/SP, fevereiro/2007)	65
TABELA 20. Massa seca do cacho e de plantas de bananeira `Prata-Anã´ adubadas com composto orgânico no 5º ciclo de produção (kg) e porcentagem correspondente do total.....	68
TABELA 21. Quantidade de macronutrientes encontrados em plantas mãe de bananeira `Prata-Anã´ adubadas com composto orgânico no 5º ciclo de produção.....	70
TABELA 22. Quantidade de macronutrientes encontrados em plantas filha de bananeira `Prata-Anã´ adubadas com composto orgânico no 5º ciclo de produção.....	71

	Página
TABELA 23. Quantidade de macronutrientes encontrados nas famílias (plantas mãe e filha) de bananeira `Prata-Anã´ adubadas com composto orgânico no 5º ciclo de produção.....	71
TABELA 24. Massa seca e quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas e pseudocaule de bananeira em decomposição.....	72
TABELA 25. Caracterização de plantas e produção de bananeiras produzidas em diferentes regiões de Tenerife, Espanha	74
TABELA 26. Caracterização de frutos de bananas cultivadas em diferentes regiões de Tenerife, Espanha	75
TABELA 27. Características pós-colheita de bananas cultivadas em diferentes regiões de Tenerife, Espanha	76
TABELA 28. Teores de macronutrientes em folhas das bananeiras `Gruesa´ e `Gran Enana´ produzidas sob diferentes coberturas de estufa em Tenerife, Espanha.....	78
TABELA 29. Teores foliares de micronutrientes das bananeiras `Gruesa´ e `Gran Enana´ produzidas sob diferentes coberturas de estufa em Tenerife, Espanha.....	78
TABELA 30. Caracterização de frutos de bananas `Gruesa´ e `Gran Enana´ produzidas sob diferentes coberturas de estufa em Tenerife, Espanha....	79

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 01. Temperaturas mínima mensais observadas durante a condução do experimento em Botucatu/SP (novembro de 2002 a agosto de 2007). Fonte: Departamento de Recursos Naturais – FCA/UNESP, Botucatu/SP	14
FIGURA 02. Temperaturas média mensais observadas durante a condução do experimento em Botucatu/SP (novembro de 2002 a agosto de 2007). Fonte: Departamento de Recursos Naturais – FCA/UNESP, Botucatu/SP	15
FIGURA 03. Temperaturas máxima mensais observadas durante a condução do experimento em Botucatu/SP (novembro de 2002 a agosto de 2007). Fonte: Departamento de Recursos Naturais – FCA/UNESP, Botucatu/SP	15
FIGURA 04. Precipitação pluviométrica média mensal observada durante a condução do experimento em Botucatu/SP (novembro de 2002 a agosto de 2004). Fonte: Departamento de Recursos Naturais – FCA/UNESP, Botucatu/SP	16
FIGURA 05. Figura 05: 1ª Pilha de compostagem (dez/2002) e 2ª Pilha de compostagem (mai/2005).....	17
FIGURA 06. Figura 06: 3ª Pilha de compostagem (set/2005) e 4ª Pilha de compostagem (dez/2005)	17
FIGURA 07. Figura 07: Esquema das adubações e colheitas em cada ciclo da bananeira `Prata-Anã´	19
FIGURA 08. Parcela experimental com aplicação do composto na metade superior da planta	19
FIGURA 09. Área após plantio (jan/03).....	20
FIGURA 10. Bananal antes de florescer (ago/03)	20
FIGURA 11. Croqui de uma parcela experimental.....	21

	Página
FIGURA 12. Bananeira com cacho no 1º ciclo (dez/03)	21
FIGURA 13. Florescimento do 4º ciclo (set/05)	22
FIGURA 14. Florescimento do 5º ciclo (out/06)	22
FIGURA 15. Touceira antes do desbaste	24
FIGURA 16. Touceira após desbaste de filhotes	24
FIGURA 17. Peso de cachos do 5º ciclo de bananeira `Prata-Anã´	58
FIGURA 18. Número de frutos por cacho do 5º ciclo de bananeira `Prata-Anã´	58
FIGURA 19. Número de pencas por cacho do 5º ciclo de bananeira `Prata-Anã´	58
FIGURA 20. Número de frutos na 2ª penca do 5º ciclo de bananeira `Prata-Anã´	58
FIGURA 21. Pencas após a colheita.	61
FIGURA 22. Frutos da 2ª penca	61
FIGURA 23. Teor de sólidos solúveis em frutos	63
FIGURA 24. Comportamento da MS do composto orgânico ao longo do período de decomposição	66
FIGURA 25. Quantidade de fósforo no composto orgânico ao longo do período de decomposição	66
FIGURA 26. Quantidade de potássio no composto orgânico ao longo do período de decomposição	67
FIGURA 27. Quantidade de carbono no composto orgânico ao longo do período de decomposição	67
FIGURA 28. Massa seca da planta mãe em função de doses de composto	69
FIGURA 29. Massa seca da planta filha em função de doses de composto	69

RESUMO

Objetivando avaliar os efeitos de doses de adubo orgânico na produção da bananeira 'Prata-Anã' durante cinco ciclos de produção, bem como estudar a liberação de nutrientes deste adubo aplicado ao solo e também a decomposição e liberação de nutrientes dos restos culturais, o presente trabalho foi conduzido na FCA/UNESP, em Botucatu-SP no período de novembro de 2002 a julho de 2007. A fonte de adubo orgânico foi mantida a mesma desde o primeiro ciclo, aplicando-se composto produzido a partir de serragem de madeira e esterco bovino, que constituíram os tratamentos (doses de composto orgânico): 0, 43, 86, 129 e 172 kg de composto por planta, o que correspondeu a 0; 98,5; 197,0; 290,5 e 394,0 g de K_2O por planta, sendo estas doses calculadas de acordo com o teor de potássio presente no mesmo. No solo, a eficiência dos tratamentos foi avaliada mediante análises químicas de amostras de solo, enquanto que nas plantas avaliaram-se os teores de nutrientes presentes nas folhas, circunferência do pseudocaule, altura de inserção da inflorescência, número de folhas por planta, massa do cacho; número de frutos por cacho; número de pencas por cacho; peso da 2ª penca e número de frutos na 2ª penca. Também foram avaliados teores de nutrientes presentes em partes da plantas e a decomposição e liberação de nutrientes dos restos culturais. Para os frutos produzidos no 4º e 5º ciclos avaliaram-se a qualidade dos frutos por meio de análises físicas e químicas como textura, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e amido da polpa. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, cinco repetições e duas plantas por parcela, sendo os dados submetidos à análise de variância e regressão. Diante das melhorias observadas no solo (manutenção do pH dentro de uma faixa adequada, elevação nos teores da matéria orgânica, do fósforo e do cálcio no solo, bem como da soma de bases, CTC e saturação por bases) recomenda-se aplicação de doses a partir de 86 kg de composto por planta. As doses composto orgânico não causaram alterações nos atributos de crescimento das plantas, mas em função dos ciclos avaliados foi possível observar queda no número de folhas a partir do segundo ciclo e alterações na altura de plantas e circunferência do pseudocaule. Foram encontrados cachos com peso mais elevado com a aplicação das duas maiores quantidades de composto, o que indica a recomendação da dose de 129 kg de composto por planta. Os atributos de qualidade de frutos mostraram pouca resposta à adubação orgânica, contudo foi possível verificar no 5º ciclo que os frutos que não receberam adubação mostraram os menores teores de potássio nos frutos quando comparados aos que receberam.

Para o composto orgânico empregado foi verificada baixa degradação da matéria seca, bem como pequena diminuição das quantidades de nitrogênio, o que indica que esse composto não sofreu boa decomposição no período de 135 dias, podendo-se concluir que a decomposição deste material se dá ao longo do tempo, enquanto que o potássio mostrou alta taxa de liberação em um curto intervalo de tempo, diferindo dos demais nutrientes, que necessitam de mais tempo para serem liberados. As doses crescentes de adubo orgânico promoveram maior acúmulo de massa seca nas plantas e consequentemente maior quantidade de nutrientes contidos nestas plantas, sendo possível concluir que o composto orgânico empregado para as adubações foi um excelente fornecedor de nutrientes. A decomposição de restos culturais da bananeira é relativamente rápida, sendo que no período de dois meses 74% da massa seca das folhas foi degradada, enquanto que para o pseudocaule essa taxa é menor (em média 52%). A liberação de nutrientes das folhas da bananeira foi elevada, com liberação de 77% da quantidade de nitrogênio, 71% do fósforo e 89% do potássio contido nas folhas. Houve liberação de 26%, 13% e 34% das quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio nas extremidades dos restos de pseudocaule, enquanto que na parte central essa liberação foi menor 25%, 18% e 25%, respectivamente.

ORGANIC FERTILIZATION IN BANANA PLANT PRATA-ANÃ AND EXPERIENCES WITH OTHER CULTIVARS IN CANARY ISLANDS. Botucatu, 2008.

94f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ERVAL RAFAEL DAMATTO JUNIOR

Adviser: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

SUMMARY

Aiming to evaluate the effects of organic compost rates in the production of banana plants 'Prata-Anã' in a five production cycle, as well as the nutrient liberation of this compost in the soil, the decomposition and nutrient liberation of the cultural residue, this present work was carried out at FCA/UNESP dependences, in Botucatu-SP from November of 2002 to July of 2007. The organic compost was the same produced since the first cycle, where it was applied compost produced by wood residue and bovine manure, which constituted the treatments (organic compost rates): 0, 43, 86, 129 and 172 kg of compost per plant, which corresponds to 0; 98,5; 197,0; 290,5 and 394,0 g of K₂O per plant. These compost rates were calculated based on the quantity of potassium contained in the compost. The effects of organic fertilization in the soil were evaluated by chemical soil analyses. The efficiency of the treatment in plant development and production were evaluated by the quantity of nutrient present in the leaves, pseudostem circumference, plant height, number of leaves per plant, bunch weight, number of fruits in the bunch, number of hands per bunch, 2nd hand weight and number of fruits in the 2nd hand. It was also evaluated the nutrient levels in parts of the banana plants, decomposition and nutrient liberation of the cultural residues. Fruit quality produced in the 4th and 5th cycles was evaluated by physical and chemical analyses such as firmness, pH, acidity, soluble solids and starch. The experiment was arranged in randomized blocks design, with 5 treatments, 5 replications and 2 plants per plot. The obtained data were submitted to variance analyses and to regression analyses. The observed improvements in the soil (maintenance of the pH inside of an adjusted band, and the rises observed in the organic matter, phosphorus and calcium levels, as well as the addition of bases, capacity of cat ion

changes and bases saturation) regards the application of 86 kg of compost per plant. The organic fertilization rates didn't alter the plant growth characteristics but due to the evaluated cycles, it was possible to observe a decrease in the number of leaves, alterations in the plant height and pseudostem circumference. The heavy bunches were produced with the application of the two highest amount of compost, which indicates the rate of 129 kg of compost per plant. The fruit quality parameters showed little response to the organic fertilization; however it was possible to verify in 5th cycle that the fruits without fertilization had shown less potassium levels compared to the ones which had received. In the organic compost used, it was observed low degradation of the dry mass as well as it was verified little reduction of the amount of nitrogen. Thus it can be concluded that this compost didn't decompose in a 135 days' period, whereas this happened throughout the time. Potassium showed high liberation in a short interval of time, which differs from other nutrient that need more time to be liberated from the compost. The increasing rates of organic compost promoted a greater plants dry mass accumulation and consequently a bigger amount of nutrient contained in these plants, which infers that the organic compost used for the plant fertilization was an excellent supplier of nutrient. The banana cultural residue decomposition is relatively fast, once in a period of two months 74% of the leaves dry mass was degraded, whereas to the pseudo stem this velocity is less (52%). The banana leaves nutrient liberation was high, with liberation of 77% of the amount of nitrogen, 71% of phosphorus and 89% of the potassium contained in leaves. It was observed liberation of 26%, 13% and 34% of the amount of nitrogen, phosphorus and potassium in the extremities of the portions of pseudo stem, whereas in the central part this liberation was less: 25%, 18% and 25%, respectively.

Keywords: *Musa* sp., nutrition, manure, potassium, post harvest.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao grande interesse por modelos de cultivo mais sustentáveis, o cultivo orgânico de fruteiras tem sofrido crescentes aumentos nos últimos anos. Sendo a adubação orgânica um importante pilar da produção orgânica, estudos sobre seus efeitos nas mais diversas culturas, regiões e tipos de solos vêm crescendo para gerar informações mais precisas sobre seus benefícios, tornando a agricultura orgânica um grande negócio ao produtor, uma vez que frutos oriundos de modelos agrícolas mais sustentáveis são melhor aceitos e remunerados nos mercados nacional e internacional.

A fruticultura está se expandindo cada vez mais no interior paulista, como é o caso da bananicultura no Planalto Paulista, chegando a 28% dos bananais do Estado (Rangel, 2001). Porém pouco se conhece de tecnologias que possam ser aplicadas a essa nova área produtora, que apresenta características totalmente diferentes da região do Vale do Ribeira, que é a tradicional região produtora do Estado.

Por ser considerada uma cultura perene, é importante o estudo da dinâmica dos nutrientes no solo e na planta por vários ciclos, a fim de se obter resultados mais concretos. Saes (1995), trabalhando com a bananeira ‘Nanicão’ no Vale do Ribeira – SP, detectou diminuição nos teores iniciais de K trocável de $2,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para 0,8 e $0,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no primeiro e segundo anos de cultivo, respectivamente, mesmo tendo aplicado potássio regularmente. Desta forma, esses resultados mostram que a perenidade dos cultivos de

bananeira pode ser comprometida em consequência do esgotamento acelerado das reservas de nutrientes do solo.

Além disso, a aplicação de adubos orgânicos ao solo carece de estudos, uma vez que a decomposição e liberação de nutrientes variam muito, dependendo de uma série de fatores, como origem do material, características do solo, disponibilidade de água, temperatura, microorganismos e também da própria planta.

A decomposição da matéria orgânica no solo e a liberação de alguns nutrientes são lentas, como por exemplo o nitrogênio, que pode levar de dois a três anos para ser totalmente liberado (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989), desta forma, seus benefícios podem surgir ao longo dos anos. Por outro lado, a bananeira é uma planta que apresenta seu máximo potencial produtivo entre o 3º e 4º ciclos, sendo que nessa fase as exigências nutricionais da planta serão maiores, portanto tornam-se necessários mais estudos com adubação orgânica em longo prazo a fim de se obter resultados mais concretos das quantidades de adubo a ser aplicado visando atingir o máximo potencial produtivo do cultivar.

Devido a grande demanda por produtos orgânicos tanto no mercado interno como externo, pela carência de estudos referentes à adubação orgânica em bananeiras, especialmente com trabalhos realizados em longo prazo avaliando sua influência na produção e também quanto a dinâmica de nutrientes no solo e na planta, o presente trabalho visou gerar informações mais concretas com relação a quantidade de adubo orgânico a ser aplicado na cultura da bananeira, bem como o manejo mais adequado dessa adubação nas condições do interior do Estado de São Paulo, onde a bananicultura tem grandes possibilidades de crescer.

Assim sendo, no presente projeto foram avaliados os efeitos de doses de adubo orgânico na produção da bananeira 'Prata-Anã' durante cinco ciclos de produção, bem como o estudo da liberação de nutrientes deste adubo aplicado ao solo, e também a decomposição e liberação de nutrientes pelos restos culturais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características da bananicultura como atividade agrícola

A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo, explorada na maioria dos países tropicais, sendo atingida uma produção mundial de 70,7 milhões de toneladas em 2006 e o Brasil é responsável por aproximadamente 10% desse total. O Brasil tem mais de 500 mil hectares plantados com banana e uma produção anual em torno de sete milhões de toneladas, sendo que quase a totalidade da produção se destina ao mercado interno (FAO, 2006).

No Brasil, a banana é cultivada em todos os Estados, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior, em altitudes que variam de zero a mais de 1000 metros (Alves, 1999). A cultura ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas e consumidas e o terceiro em área colhida. A produção brasileira de banana está distribuída por todo o território nacional, sendo a região Nordeste a maior produtora (34%), seguida das Regiões Norte (26%), Sudeste (24%), Sul (10%) e Centro-Oeste (6%), num total de cerca de 520.000 ha (Cordeiro, 2007).

O Estado de São Paulo, considerando-se a safra de 2005, participa com aproximadamente 17% da produção total do país, numa área de 53 mil hectares e com uma produtividade média de 22 t.ha⁻¹ (IBGE, 2008). Já o município de Botucatu conta com uma área de produção de banana de apenas 35 hectares, com uma produção anual de 945 toneladas, o que representa 0,014% da produção nacional.

A bananicultura tem evoluído consideravelmente nas últimas três décadas por ser um dos cultivos perenes de mais rápido retorno do capital investido, apresentando um fluxo contínuo de produção a partir do primeiro ano, o que a torna muito atraente para os agricultores (Agrianual, 2006). A cultura da banana também tem grande importância no aspecto social, pois fixa o homem no campo, constituindo-se uma expressiva fonte geradora de empregos no meio rural.

Mesmo sendo uma cultura de grande importância na geração de renda e empregos para o país, ainda há certa carência de estudos relacionados à adubação e nutrição, uma vez que a bananeira é extremamente exigente em nutrientes e nem sempre é dada a devida atenção a este fator, desta forma em muitos locais a cultura é conduzida de maneira inadequada, o que tem levado a baixas produções e a suscetibilidade de doenças. De modo geral, é muitas vezes considerada uma cultura de baixa produtividade, baixo nível tecnológico e de elevadas perdas na pré e pós-colheita, mesmo assim, a banana é a fruta mais consumida no país (Cordeiro, 2000).

Apesar de ser cultivada em diversos tipos de solos, a bananeira prefere solos ricos em matéria orgânica, bem drenados, argilosos, que possuam boa capacidade de retenção de água e topografia favorável (Rangel, 1997). Porém, a realidade das regiões produtoras é de solos pobres em nutrientes e também de baixo índice de matéria orgânica.

A produção de bananas no sistema orgânico aparece como alternativa para que o produto final possa atingir uma parcela de consumidores específica, com maior poder aquisitivo (Agrianual, 2001), bem como é uma alternativa de redução de custos, uma vez que os adubos químicos têm sofrido elevados aumentos nos últimos anos, além de ser um método mais sustentável de cultivo, gerando menores impactos ao ambiente.

Segundo Alves (1999) as variedades Prata e Pacovan são responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil. A bananeira ‘Prata Anã’, também conhecida por ‘Enxerto’, ‘Braca’ ou ‘Prata-de-Santa-Catarina’ está sendo cultivada em diversos Estados brasileiros, onde alcança preços mais elevados no mercado. Esta variedade pertence ao grupo genômico AAB, apresentando plantas bastante vigorosas, com porte médio a baixo (2,0 a 3,5 m), sendo que o cachos pesam de 14 a 16 kg e seus frutos são muito semelhantes aos do cultivar Prata. Uma grande vantagem desta variedade é a maior tolerância ao frio, o que torna interessante seu cultivo em diversas áreas do interior paulista.

Também é mediantemente tolerante a nematóides e seu rendimento é de $24 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ciclo}^{-1}$, contudo pode atingir $30\text{-}35 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ciclo}^{-1}$ sob condições de irrigação (Silva et al., 1999).

2.2 Importância da nutrição para a bananicultura

O suprimento inadequado de nutrientes decorrente da utilização de solos de baixa fertilidade tem sido uma das principais causas da obtenção de baixas produtividades em bananeiras. A perenidade do crescimento vegetativo e reprodutivo dessa planta exige o suprimento adequado de nutrientes durante todo o ciclo da cultura (Oliveira et al., 2003).

Segundo Delvaux (1995) as condições químicas mais importantes para o cultivo de bananeiras com altos rendimentos é a manutenção do equilíbrio de cátions e de adequados teores de potássio e nitrogênio disponíveis no solo.

A bananeira, por ser uma planta de crescimento rápido, necessita para seu adequado crescimento e para se obter produções satisfatórias bons níveis de nutrientes disponíveis no solo, sendo que estes podem ser fornecidos em parte pelo solo e pela reciclagem de nutrientes no sistema solo planta. Porém, para a obtenção de produções rentáveis durante vários ciclos, é imprescindível a inclusão de outras fontes de nutrientes. Neste ponto, se inserem as adubações, que devem repor as quantidades de nutrientes extraídos pela cultura (Soto, 1992). López & Espinosa (1995) destacam que a manutenção de rendimentos elevados em bananais ao longo do tempo depende da reposição dos nutrientes exportados por meio de adubações.

Recomendações de adubação nitrogenada e potássica para bananeiras variam muito, dependendo do local onde será instalada a cultura, pois nas recomendações de adubação devem ser levadas em consideração as condições edafoclimáticas, variedade, tetos de rendimento, práticas de manejo do bananal, recursos disponíveis e a resposta à aplicação de nutrientes (Teixeira, 2000).

De acordo com Lahav & Turner (1983), apenas uma parte dos nutrientes necessários às bananeiras podem ser supridos a partir das reservas do solo; sendo assim, observaram que a aplicação de até $80 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de resíduos de estábulo ao solo, favoreceu o crescimento e antecipou o florescimento e a colheita de bananeiras.

Diversos autores citam que a bananeira é uma planta muito exigente em nutrientes, principalmente potássio e nitrogênio (Hewitt, 1955; Twyford & Walmsley, 1974; Neves et al., 1991; Borges & Oliveira, 2000), imobilizando grandes quantidades de nutrientes por hectare de vegetação (Carvalho et al., 1986).

Segundo Martin-Prevel (1984) a absorção de nitrogênio pela bananeira é maior no início do desenvolvimento foliar até a floração, sendo que dois terços da absorção potássica ocorre durante o período de pré-floração e o início da fase floral visível.

De acordo com Lahav (1995), nas recomendações de adubação é tido com regra geral satisfazer as altas exigências de nitrogênio e potássio da planta. Bataglia & Santos (2001) dizem que para plantas perenes há grande possibilidade de se modificar as recomendações de adubação por meio do monitoramento nutricional.

Segundo Jacob & Uexküll (1958) a exigência de potássio e a perenidade dos bananais faz com que as plantações possam deixar de ser lucrativas em 4 a 5 anos, devido ao esgotamento de potássio no solo causado pelo manejo ineficiente.

Gallo et al. (1972) comparando a adubação realizada para a bananeira 'Nanicão' com as quantidades de nutrientes absorvidos e exportados, constataram que todo o potássio aplicado seria absorvido pelo cacho, desta forma, verificaram a importância do manejo cuidadoso da fertilidade do solo como condição para manutenção de rendimentos elevados ao longo do tempo.

A nutrição também pode afetar diretamente a qualidade de frutos. Vadivel & Shanmugavelv (1978), citados por Moreira (1987), em um ensaio com doses crescentes de K_2O , verificaram que o teor de sólidos solúveis totais da bananeira cultivar 'Robusta' aumentou com as doses crescentes deste nutriente, especialmente em aplicação parcelada. Com relação aos açúcares redutores e não redutores, o aumento nos teores acompanhou o aumento dos níveis de K_2O . Inversamente, a acidez decresceu significativamente com o aumento da dosagem de K_2O . A acidez mais baixa (0,22 % de ácido cítrico) foi observada na dose mais alta de K_2O em comparação com 0,39% da testemunha, confirmando observações de outros pesquisadores.

2.3 Absorção de nutrientes pela bananeira

O estudo da absorção e exportação de nutrientes pelas bananeiras é muito importante, pois é uma planta muito exigente em potássio, sendo necessário saber o quanto deste nutriente foi absorvido pela planta e quanto foi exportado para proceder uma adequada reposição deste elemento ao solo.

Estudos de absorção e exportação de nutrientes pela planta e pelos frutos, realizados por diversos autores, constataram que o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais absorvidos pela planta (Martin-Prével et al., 1968; Marchal & Mallessard, 1979; Neves et al., 1991; Xiu-Chong et al., 1992).

A absorção de nutrientes do período juvenil até o lançamento do cacho é bastante acentuada, quando são verificadas grandes retiradas de K, N, Ca, P e Mg (Martin-Prével, 1964; Gallo et al., 1972).

Borges & Oliveira (2000) citam que mais de 35% do potássio absorvido foi exportado pelos frutos. Enquanto que Lahav & Turner (1983) observaram que as exportações de potássio pelos frutos foi em torno de 54% do potássio total. Esses valores são bastante diferentes, por isso tornam-se necessários mais estudos relacionados à absorção e exportação de nutriente pela bananeira, pois são influenciados pela variedade plantada, manejo adotado, dentre outros.

Quanto à imobilização dos elementos nas diversas partes da planta, Gallo et al. (1972), estudando a banana 'Nanicão', nas condições do Estado de São Paulo, determinaram a porcentagem de elementos contidos no cacho em relação ao total da planta, que corresponde a 56,1% do N, 63,0% do P, 60,1% do K, 13,2% do Ca e 34,5% do Mg. Os dados citados têm que ser considerados com ressalvas, pois os autores não consideraram o rizoma. Os nutrientes imobilizados permanecem na parte aérea, sendo disponibilizados após a mineralização dos resíduos da cultura, o que levou Lahav & Turner (1983), citados por Martin-Prével (1984), a observarem que os nutrientes numa plantação de bananeira devem ser vistos como estando localizados em vários reservatórios. No caso citado, os reservatórios corresponderiam principalmente à parte aérea da planta, de onde os nutrientes estariam imobilizados, voltando para o solo após a colheita do cacho.

Em condições brasileiras, Hiroce et al. (1977) determinaram a extração de macronutrientes em gramas por tonelada (g t^{-1}) de frutos frescos de bananeira 'Nanicão'

para uma produção média de 68 t.ha^{-1} , observando a seguinte ordem de grandeza: 8899, 2060, 309, 288, 282 e 53 g t^{-1} , respectivamente para K, N, S, Ca P e Mg.

Borges & Silva (1995) verificaram que as quantidades de nutrientes encontrados na planta variam de 379 a $718,5 \text{ g planta}^{-1}$ para o potássio e 93,8 a $159,6 \text{ g planta}^{-1}$ para o nitrogênio. Nos frutos, as quantidades encontradas variaram entre 56,3 a $208 \text{ g planta}^{-1}$ para o potássio e 21,7 a 64 g planta^{-1} para o nitrogênio. A quantidade exportada por tonelada de frutos variou de 3,1 a 8,2 kg para o potássio e de 1,2 a 2,3 kg para o nitrogênio. Estas variações ocorrem provavelmente em razão das diferentes massas vegetativas e cachos produzidos, bem como dos teores de nutrientes encontrados nos solos, da adubação, das condições ambientais e principalmente da exigência da variedade.

Neves et al. (1991) trabalhando com bananeira 'Pacovan' numa plantação com 1666 touceiras por hectare com plantas nos estádios de mãe, filha e neta, extraíram $1512 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ ou $1260 \text{ kg de K ha}^{-1}$, sendo exportados por tonelada de frutos $7,04 \text{ kg de K}_2\text{O/ha}$. Quantidades semelhantes de potássio imobilizado foram encontrados por Martin-Prével (1980) para outros cultivares (em média $1350 \text{ kg de K ha}^{-1}$).

Ao se considerar as exigências nutricionais de uma cultura, é importante além do conhecimento das quantidades totais de elementos absorvidos pela mesma (parte aérea mais raízes), conhecer a porcentagem desse total exportado na colheita, visando a restituição do mesmo e procurando, na medida do possível, devolver os restos culturais para o solo. Assim com relação à cultura da banana, sabe-se que para a maioria dos elementos, de 32 a 56% do total absorvido são removidos pelos frutos (Vitti & Ruggiero, 1984).

Segundo Martin-Prevel (1984) a bananeira não armazena em seus tecidos vegetativos o nitrogênio em relação às suas necessidades, sendo esta capacidade existente para o potássio, contudo ela é pequena. O mesmo autor sugere que é imperativo criar uma cinética de disponibilidade de nutrientes que corresponda à cinética das necessidades da planta.

2.4 Importância da adubação orgânica e da matéria orgânica no solo

De acordo com Freitas (2001), a produção orgânica de alimentos vem despertando um interesse cada vez maior, tanto da parte dos produtores, que estão buscando

formas de produzir sem degradar o meio ambiente, como por parte dos consumidores, que buscam alimentos com alto valor nutritivo e sem contaminações por agroquímicos.

As atenções para a bananicultura nos mercados interno e externo estão voltadas para estratégias de marketing capazes de ampliar a fatia de mercado de frutas de maior qualidade e valor. Dessa maneira, a produção de bananas no sistema orgânico aparece como alternativa para que o produto final possa atingir uma parcela de consumidores específica, com maior poder aquisitivo (Agrianual, 2001).

Os adubos orgânicos contêm todos os nutrientes necessários às plantas, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes (Kiehl, 1985), sendo que para as plantas, o esterco bovino devidamente compostado é um excelente adubo, fornecedor de nutrientes, e no solo, esse composto melhora os atributos físicos, ajudando na manutenção da umidade e aumentando a diversidade biológica.

Conforme Mielniczuk (1999), o teor de matéria orgânica do solo é provavelmente o atributo que melhor representa sua qualidade.

A matéria orgânica no solo além de fornecer nutrientes às plantas está diretamente relacionada com os atributos físicos e biológicos do solo, sendo também responsável por algumas reações químicas, como complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, influência na capacidade de troca catiônica e pH.

Essa matéria orgânica no solo pode apresentar um efeito semelhante ao da calagem, em termos de correção da acidez e neutralização de níveis tóxicos de alumínio (Hunter et al., 1995). Santos & Camargo (1999) relataram que a matéria orgânica do solo influencia na agregação do mesmo, o que indiretamente afeta os demais atributos físicos. A matéria orgânica no solo é tida como excelente forma de armazenamento de nitrogênio, pois as formas minerais, amoniacal e nítrica, estão sujeitas a perdas por volatilização ou por lavagem, respectivamente (Kiehl, 1985).

Todos esses benefícios gerados pela aplicação de adubos orgânicos ao solo vem ao encontro das reais necessidades dos nossos solos, uma vez que os solos tropicais apresentam limitações de ordem química, com baixos teores de nutrientes e pouca matéria orgânica, o que dificulta o bom desenvolvimento das plantas.

2.5 Importância da manutenção dos restos culturais no bananal

A cultura da bananeira é considerada perene, onde as plantas que já produziram são eliminadas, deixando seus restos no solo como fonte de matéria orgânica. Esses restos culturais são uma importante e rica fonte de nutrientes para o solo, pois além de gerar outros benefícios como aumento de matéria orgânica, redução da lixiviação de cátions, manutenção da água no solo, melhora a reciclagem de nutrientes. Desta forma, no momento de se realizar uma adubação é preciso estudar e levar em consideração os nutrientes fornecidos pelos restos culturais para minimizar a dependência de outras fontes de nutrientes.

O acúmulo de matéria seca pela bananeira está relacionado a diversos fatores, desde a diversidade entre as variedades quanto ao porte e produtividade até a condições ambientais. A cultura da banana produz uma grande quantidade de resíduos orgânicos, que incluem pseudocaule, folhas, engaço e ráquis. Moreira (1987) estimou que um bananal pode fornecer até $200 \text{ t.ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de restos culturais, que permanecem no bananal como forma de disponibilizar matéria orgânica às plantas que estão em desenvolvimento.

Cintra (1988) ressalta que a utilização de restos culturais de bananeiras para a formação de cobertura morta representa uma fonte substancial de matéria orgânica. Para o suprimento de nutrientes para a cultura da bananeira é preciso considerar que os nutrientes fornecidos às plantas a partir do segundo ciclo são provenientes não somente do solo, mas também dos resíduos da própria planta (Oliveira et al., 2003). Twyford & Walmsley (1973) objetivando determinar o total de nutrientes absorvidos pela variedade 'Robusta' (Subgrupo Cavendish) em Trinidad, encontraram grande variação tanto no acúmulo de massa seca como no conteúdo de elementos minerais.

Gallo et al. (1972) estudando quantidade de nutrientes absorvidos e exportados por bananeiras verificaram a importância da manutenção dos pseudocaulos nos bananais como fonte de reposição de nutrientes às plantas.

Segundo Martin-Prével (1962) estudando a cultivar Nanica na África observou que a quantidade de massa acumulada nos diferentes órgãos da planta varia segundo o estágio fenológico (5, 8, 15 folhas lançadas, floração e colheita). No início do crescimento as maiores porcentagens de massa seca acumulam-se no rizoma. Nos três estádios seguintes, de 8 e 15 folhas lançadas e floração, o maior acúmulo ocorre nas folhas. No último estágio, na colheita, a maior porcentagem de massa seca acumulou-se no cacho.

Gallo et al. (1972) avaliando a cultivar Nanicão relatam que 56% da massa seca total da planta é representada pelo cacho, estabelecendo a seguinte ordem decrescente de produção de massa seca: fruto, pseudocaule, folha, engaço e botão floral. Por outro lado, por ocasião do corte, os autores observaram a menor proporção de massa seca e nutrientes na parte vegetativa, associando isto à sua migração para o cacho ou planta filho.

Gomes et al. (2001) encontraram resultados maiores sobre o teor de carbono orgânico e biomassa microbiana de carbono quando utilizaram pseudocauls de bananeiras como cobertura morta de solo para videiras.

O estudo da decomposição de tecidos vegetais e mineralizados da matéria orgânica do solo, bem como seu estoque na forma orgânica leva ao conhecimento do comportamento do nitrogênio mineral do solo e é fundamental para estudos relativos à agricultura sustentável (Gomes et al., 2001).

Estudos de decomposição, mineralização e liberação de nutrientes de restos culturais vêm sendo realizados utilizando-se “litterbags” (Zech et al., 1997). Essa metodologia consiste em confinar o material que seria depositado diretamente no solo em sacolas de malha.

O método “litterbag” foi desenvolvido para elucidar a decomposição em sistemas de solos não perturbados (Magid et al., 1997), mas devido sua simplicidade, foi estendido para outros sistemas de cultivo, onde resíduos de plantas são normalmente adicionados ao solo por práticas de cultivo, como é o caso da bananeira.

2.6 Cultivo de banana em ambiente protegido nas Ilhas Canárias – Espanha

As Ilhas Canárias são as maiores produtoras de banana da Europa, com 412 mil toneladas produzidas em 2004, numa área de pouco mais de 9,6 mil hectares. Ocupam a primeira posição das regiões produtoras de banana da União Européia, sendo que esse cultivo representa cerca de 30% da produção agrícola da Ilha, ocupando pouco mais de 25% das terras irrigadas (Gobierno de Canárias, 2007).

O cultivo da bananeira em Canárias até o final dos anos 80 era basicamente com a variedade Pequeña Enana, sendo que a partir da década de 90 se iniciaram os trabalhos de avaliação de distintos materiais de outras regiões produtoras, além do início do

cultivo in vitro, que possibilitou a implantação de outras variedades do subgrupo Cavendish, particularmente `Gran Enana´ (Galán Saúco et al., 1998).

`Gran Enana´ é a variedade mais plantada em ambiente protegido em Israel (100% da área), enquanto que em Marrocos corresponde aproximadamente a 92% da área e, nas Ilhas Canárias ocupa aproximadamente 75% das plantações sob ambiente protegido. Apresenta as seguintes características: elevada produtividade, escasso afogamento de cacho e menor necessidade de despistilagem.

`Pequeña Enana´ é a segunda variedade em importância, tanto em Marrocos como nas Ilhas Canárias. Essa variedade tem como aspectos positivos ao seu cultivo o porte baixo que facilita o manejo, resistência ao vento e ciclo produtivo curto.

Muitas áreas novas de cultivo nas Ilhas Canárias, tanto ao ar livre como em ambiente protegido, estão sendo plantadas com a variedade Gruesa que é uma mutação natural de `Pequeña Enana´, selecionada localmente nas Canárias (Cabrera Cabrera & Galán Saúco, 2005). É uma cultivar muito produtiva, apresentando boa resistência ao vento, contudo, possui alguns defeitos importantes, como ciclo produtivo um pouco mais longo que a `Gran Enana´, bem como maior susceptibilidade ao afogamento de cacho.

Segundo Galán Saúco & Cabrera Cabrera (2006) aproximadamente 30% da área produzida com bananas estão em ambiente protegido, sendo a variedade Pequeña Enana a mais cultivada (47%), seguido por Gran Enana (31%) e cerca de 21% com `Gruesa´, além de pequenas áreas cultivadas com outras cultivares do subgrupo Cavendish (1%).

Desde o final dos anos 70 iniciaram-se estudos demonstrando as vantagens do cultivo protegido para a bananeira em diferentes zonas das Ilhas Canárias, tanto por parte da iniciativa privada, como do setor público, através do ICIA (Instituto Canario de Investigaciones Agrarias). Devido a essas pesquisas, o cultivo de banana em ambiente protegido nesse local multiplicou-se por cinco desde os anos 70 até o final dos anos 90 (Galán Saúco & Cabrera Cabrera, 2002).

Um aspecto importante do cultivo protegido é a possibilidade de melhor adequação da época de produção em função da demanda do mercado. No caso da bananicultura Canária, que sofre grande competição pelo mercado europeu por empresas multinacionais, o cultivo protegido se mostrou muito eficiente nesse manejo do ciclo cultural da bananeira (Galán Saúco & Cabrera Cabrera, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho deu continuidade ao projeto de dissertação de mestrado, implantado no ano de 2002, onde foram avaliados os efeitos de diferentes doses de composto orgânico no crescimento, desenvolvimento, produção e qualidade de frutos da primeira safra da bananeira (*Musa sp.* cv Prata-Anã), bem como os efeitos decorrentes deste incremento de matéria orgânica ao solo.

3.1 Experimento no Brasil

Visando atender os objetivos propostos para este trabalho, a fase experimental realizada no Brasil constou na produção de composto orgânico e de sua aplicação na cultura da banana durante dois ciclos consecutivos (4º e 5º ciclos), visando produção de frutos com qualidade, além de estudar a liberação de nutrientes deste material no solo, bem como avaliar a decomposição e liberação de nutrientes dos restos culturais das plantas para o solo. Esta fase experimental deu continuidade ao projeto de dissertação de mestrado, no qual foram avaliados produção e qualidade de frutos da bananeira `Prata-Anã´ submetida a diferentes doses de composto orgânico.

3.1.1 Localização e caracterização da área experimental

A área experimental apresentava as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 22°51' Sul, Longitude 48°27' Oeste e altitude 786 m, sendo o clima do Município de Botucatu-SP, segundo classificação de W. Koppen, considerado Cwa, temperado quente mesotérmico) com chuvas no verão e seca no inverno, e a temperatura média mais quente superior a 22°C (Cunha et al., 1999).

Durante todo o período do experimento em campo foram registradas as temperaturas mínima, média e máxima local, além da precipitação, as quais estão apresentadas como médias mensais desde o plantio (novembro de 2002) até o termino da colheita do 5º ciclo (agosto de 2007) nas figuras 01 a 04.

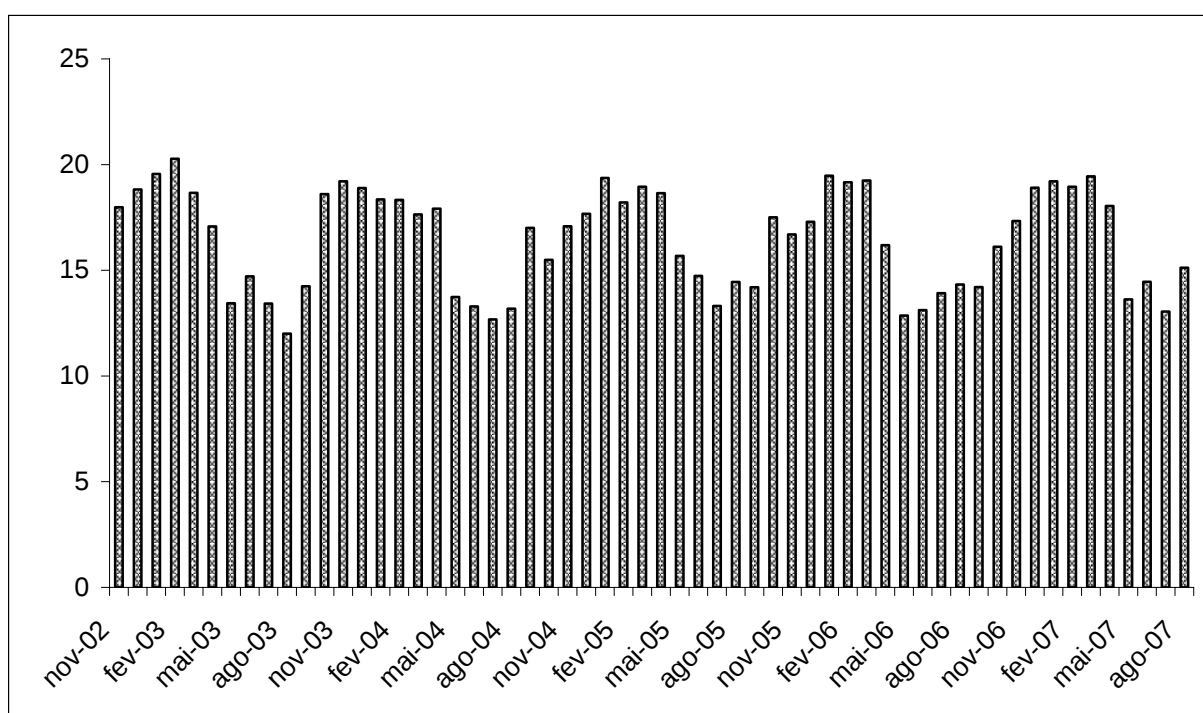


Figura 01: Temperaturas mínima mensais observadas durante a condução do experimento em Botucatu/SP (novembro de 2002 a agosto de 2007). Fonte: Departamento de Recursos Naturais – FCA/UNESP, Botucatu/SP.

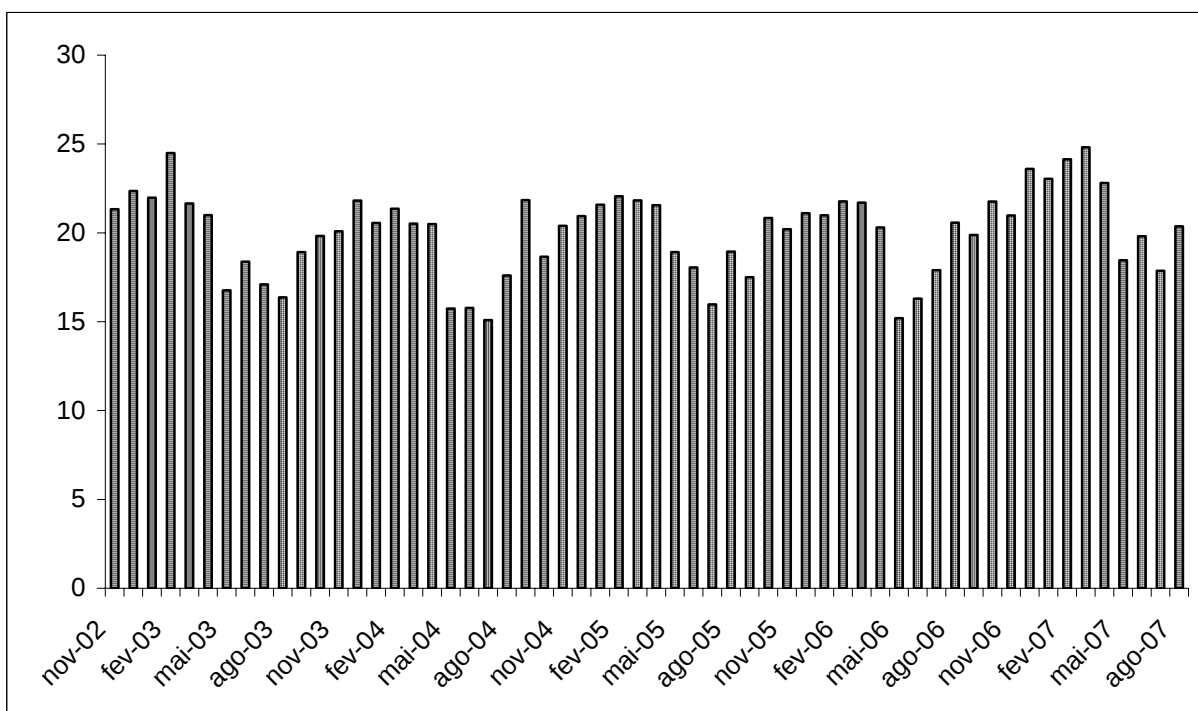


Figura 02: Temperaturas média mensais observadas durante a condução do experimento (nov/02 a ago/07). Fonte: Departamento de Recursos Naturais – FCA/UNESP, Botucatu/SP.

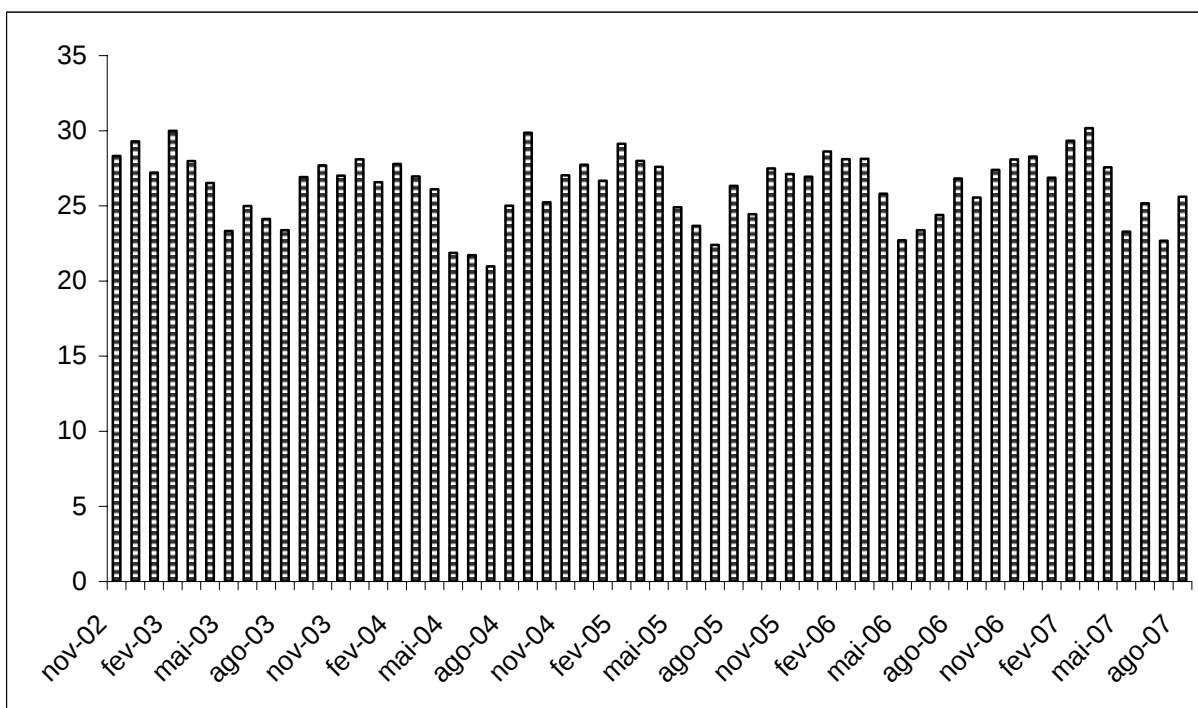


Figura 03: Temperaturas máxima mensais observadas durante a condução do experimento (nov/02 a ago/07). Fonte: Departamento de Recursos Naturais – FCA/UNESP, Botucatu/SP.

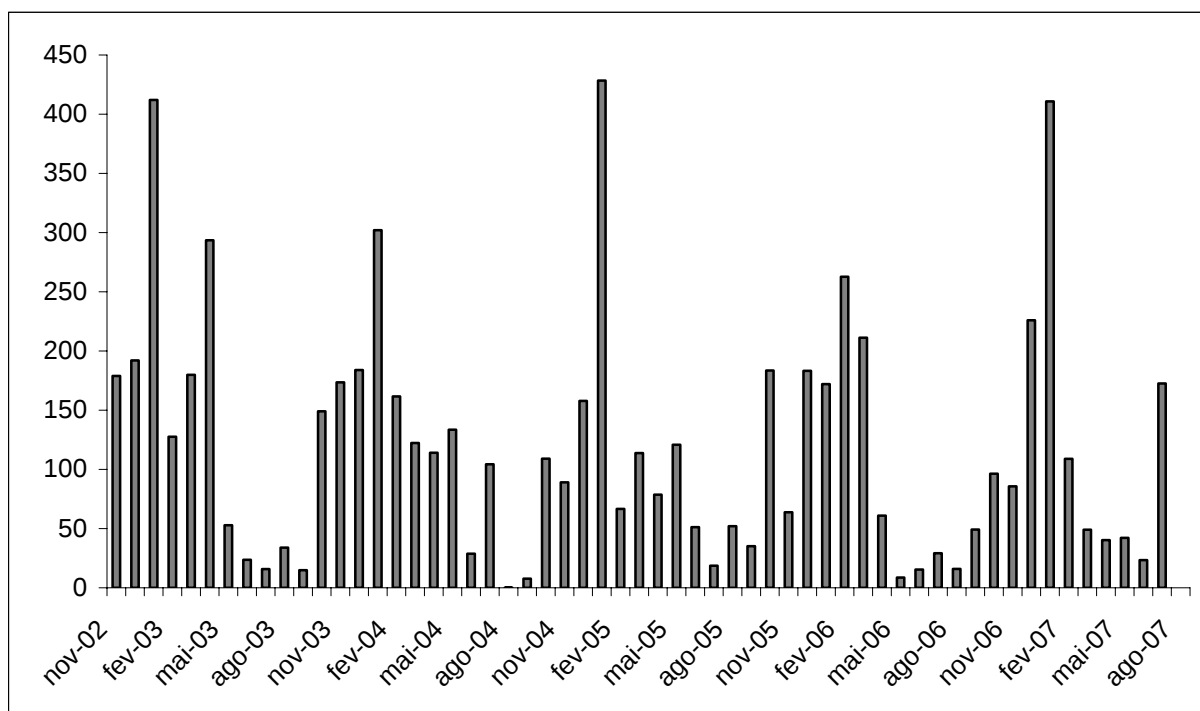


Figura 04: Precipitação pluviométrica média mensal observada durante a condução do experimento (nov/02 a ago/07). Fonte: Departamento de Recursos Naturais – FCA/UNESP, Botucatu/SP.

3.1.2 Produção do composto

Para todas as adubações realizadas, desde o primeiro ano, produziu-se o composto a partir de serragem de madeira (material rico em carbono) misturado a esterco gado confinado (material rico em nitrogênio), construindo-se pilhas de compostagem, onde o esterco foi misturado à serragem de madeira em proporções determinadas em função da relação carbono/nitrogênio dos materiais, visando atingir a proporção ideal para o processo de decomposição aeróbica, que é de 30:1, em seguida esse material foi empilhado, formando as pilhas de compostagem, que apresentavam as seguintes dimensões: 1,5 m de altura, 2,0 m de largura e 2,5 m de comprimento.

Após a montagem das pilhas observou-se elevação da temperatura, o que mostrava que o processo de compostagem já havia se iniciado, sendo que 24 horas após a montagem da pilha, a temperatura média no interior da pilha chegou aos 46°C. As pilhas de compostagem foram umedecidas freqüentemente para manter a umidade entre 40 e 60%, que é considerada a faixa ideal para que o processo de compostagem seja otimizado, além de ter a

função de diminuir a temperatura, quando esta se elevava demasiadamente. Em cada pilha de compostagem foram realizados quatro revolvimentos manuais aos 15, 30, 45 e 60 dias, que tiveram como objetivos: fornecimento de oxigênio aos microorganismos (aeração); diminuição da temperatura; homogeneização do material; aceleração do processo de decomposição, além de evitar mau cheiro e presença de moscas.

A primeira pilha de compostagem foi montada em novembro de 2002 (Figura 05), para a adubação das plantas do primeiro ciclo. Para as adubações do quarto e quinto ciclos foram preparadas novas pilhas de compostagem, sendo a segunda pilha montada em março de 2005 e o composto apresentou-se pronto com 80 dias (Figura 05), onde foram cessados os revolvimentos e molhamento; já a terceira pilha de compostagem foi montada em setembro de 2005 (Figura 06) e o composto mostrou-se humificado com 70 dias. Enquanto que a quarta pilha foi montada em dezembro de 2005 (Figura 06) e encontrava-se humificada também com 70 dias. Essa maior velocidade de humificação do composto na terceira e quarta compostagem está possivelmente relacionada ao clima, uma vez que a terceira e quarta pilhas foram montadas em período mais quente, onde o processo aconteceu mais rapidamente.



Figura 05: 1ª Pilha de compostagem (dez/02) e 2ª Pilha de compostagem (mai/05).



Figura 06: 3ª Pilha de compostagem (set/05) e 4ª Pilha de compostagem (dez/05).

Os compostos foram analisados segundo metodologia do Lanarv (1988) e estão apresentados na Tabela 01.

Tabela 01: Resultados de análise química dos compostos produzidos para adubação das bananeiras.

	C/N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Um	MO	C	Ca	Mg	S
	----- % -----									
1º composto	25/1	1,75	1,44	0,60	62,00	77,00	42,78	1,96	0,33	0,30
2º composto	12/1	2,98	2,70	0,95	71,84	65,00	36,20	2,04	1,05	0,65
3º composto	16/1	3,00	1,97	2,03	62,00	88,00	48,89	0,98	0,66	0,60
4º composto	15/1	1,80	1,52	0,70	64,00	50,00	27,80	1,20	0,70	0,53

Fonte: Laboratório de Análises de Fertilizantes e Corretivos. DCS-FCA.

3.1.3 Aplicação do composto orgânico ao solo

Os tratamentos (doses de adubação orgânica) foram aplicados para a produção das plantas do 1º, 4º e 5º ciclos, enquanto que as plantas no 2º e 3º ciclos não receberam adubação, objetivando diminuir os teores de potássio no solo e nas plantas da família, uma vez que não havia sido observado diferenças entre os tratamentos.

No primeiro ciclo o composto foi aplicado ao redor das plantas, inicialmente num raio de 50cm a partir do centro da planta e nas adubações seguintes essa distância foi aumentando até atingir a área total de ocupação do sistema radicular da planta (6,25m²). A adubação anual, utilizando o composto como fonte de nutrientes, foi dividida em 5 parcelas, aplicadas a cada dois meses no ano de 2003, sendo 15% em fevereiro, 15% em maio, 25% em julho, 25% em setembro e 20% em novembro, nas quantidades determinadas para cada tratamento.

O parcelamento da adubação do 4º ciclo foi feito em três etapas, visando suprir as exigências das plantas do ciclo, dessa forma, a primeira parcela foi aplicada em agosto de 2005, com 30% do total a ser aplicado neste ciclo, a segunda adubação foi realizada em outubro, aplicando-se 23% da adubação e, no mês de janeiro de 2006 aplicou-se o restante da adubação (47%), uma vez que se fosse realizado mais um parcelamento, este adubo estaria sendo aplicado, em parte, para as plantas do ciclo seguinte.

Para o 5º ciclo a adubação foi parcelada em quatro vezes, tendo sido aplicado 30% no mês de junho, 25% em agosto, 25% em outubro e 20% em novembro de

2006. Tal modificação no parcelamento do composto ocorreu com o objetivo melhor distribuir a adubação durante o ciclo.

Na Figura 07 estão representadas as épocas de aplicação do composto nos 5 ciclos, bem como o início e término das colheitas.

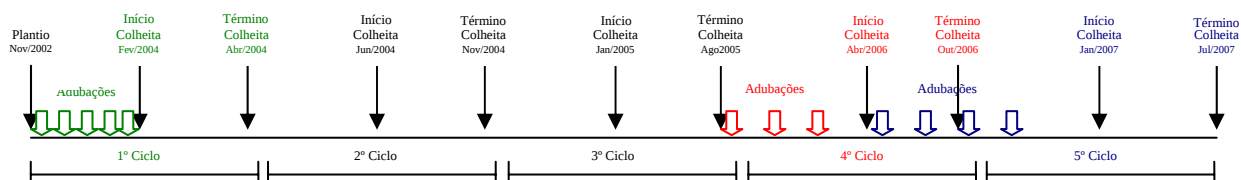


Figura 07: Esquema das adubações e colheitas em cada ciclo da bananeira 'Prata-Anã'.

No 4º e 5º ciclos o composto foi aplicado nas plantas dos tratamentos em forma de meia lua, na parte superior do terreno. Na Figura 08 é possível observar a dose de 86 kg de composto por planta e a linha do microaspersor que passa entre as plantas. Tomou-se cuidado para que os restos culturais fossem aplicados em posição contrária ao uso da adubação. O cálculo da quantidade de potássio a ser aplicado por hectare teve por base o teor desse nutriente no solo, a produtividade esperada de 30 a 40 t.ha⁻¹ e a quantidade de potássio recomendada por Raji et al. (1997).



Figura 08: Parcela experimental com aplicação do composto na metade superior da planta.

3.1.4 Instalação do experimento

O experimento foi conduzido no pomar experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP Campus de Botucatu/SP, que tem o solo classificado como terra roxa estruturada - unidade lageado, álico, textura argilosa (Carvalho et al., 1983), atualmente Nitossolo Vermelho, segundo Embrapa (1999).

O plantio foi realizado no mês de novembro de 2002, com mudas tipo chifre retiradas de bananeiras da cv. Prata-Anã (grupo genômico AAB), adotando-se o espaçamento de 2,5m entre linhas e 2,5m entre plantas, o que resultou numa área de 6,25m²/planta (Figura 09).



Figura 09: Área após plantio (jan/03).



Figura 10: Bananal antes de florescer (ago/03).

A área experimental foi constituída por 176 plantas, sendo 50 plantas úteis e as demais formaram a bordadura. Os tratamentos foram distribuídos em cinco blocos, sendo cada bloco constituído por cinco tratamentos, num total de 10 plantas por bloco (2 por tratamento), como pode ser observado na Figura 11.

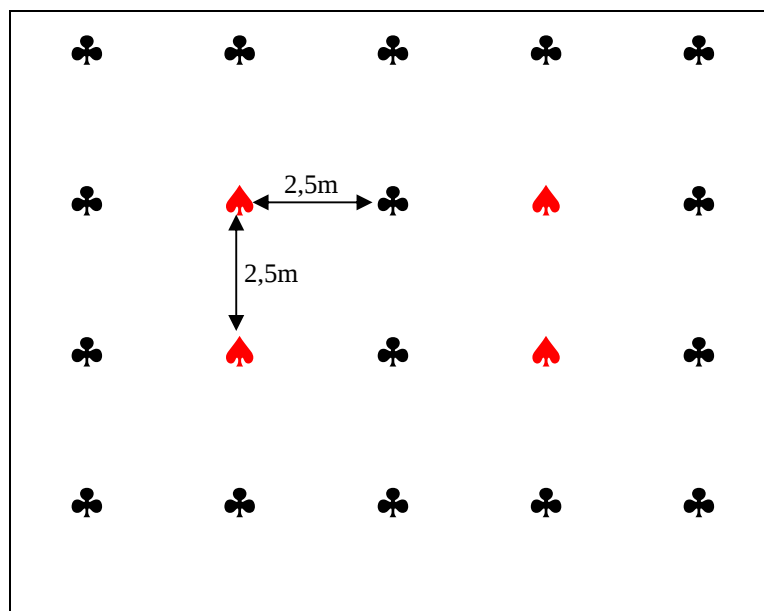


Figura 11: Croqui de uma parcela experimental.

- ♣ - Plantas da bordadura (sem aplicação de adubação)
- ♠ - Plantas úteis (tratamento = adubação com composto orgânico)

A colheita do 4º ciclo teve seu início no mês de abril de 2006 e foi finalizada em outubro de 2006, enquanto que no 5º ciclo a colheita foi iniciada em janeiro de 2007 e finalizada em julho de 2007. Nas figuras 13 e 14 podem ser observadas as plantas da 4ª e 5ª safra.



Figura 12: Bananeira com cacho no 1º ciclo (dez/03).



Figura 13: Florescimento do 4º ciclo (set/05).



Figura 14: Florescimento do 5º ciclo (out/06).

3.1.5 Irrigação: Sistema e Manejo

O suprimento de água para o experimento foi obtido de uma fonte natural, situada dentro do campus da UNESP, bombeada e armazenada num reservatório com capacidade de 150 m³, situado em cota superior ao experimento, o que permitiu o funcionamento do sistema por gravidade.

O sistema de irrigação adotado foi de microaspersão, com emissores Carborundum MS-III autocompensantes, que apresentavam vazão de 40 L h⁻¹ e raio de 2m de alcance. As linhas de irrigação foram instaladas entre as linhas de plantas e se constituíam de tubos de polietileno de 1/2", onde se instalaram os microaspersores espaçados de 5m.

Durante o experimento procedeu-se a irrigação de maneira a repor a quantidade de água utilizada pelas plantas devido à evapotranspiração da cultura, obtida pelo método do Tanque Classe "A". Assim, mediu-se a quantidade de água evapotranspirada pela cultura, calculando a lâmina a ser aplicada de acordo com a seguinte equação:

$$L_{ap} = \frac{E \times K_p \times K_c}{E_f}$$

L_{ap} : lâmina a ser aplicada

E: evaporação obtida pelo Tanque Classe A

K_p : coeficiente do tanque

K_c : coeficiente da cultura

E_f : eficiência do sistema

Os tempos de irrigação foram obtidos pela razão entre a lâmina a ser aplicada e a intensidade de aplicação do microaspersor. Como a vazão do emissor era 40 L h^{-1} e a área de molhamento de $12,56 \text{ m}^2$, a intensidade de aplicação fornecida foi de $3,2 \text{ mm h}^{-1}$.

O monitoramento da umidade do solo foi obtida com o auxílio de uma bateria de tensiômetros, que indicavam a umidade no solo, e através da evapotranspiração (ET) do tanque Classe “A” calculou-se a lâmina ideal, conforme a exigência da cultura, descontando-se o índice pluviométrico, desta forma foi determinado o tempo de irrigação (TI)

3.1.6 Tratamentos

Para todos os ciclos em que se procedeu as adubações, foram mantidas as mesmas dosagens de composto orgânico, sendo que a quantidade de composto aplicada em cada tratamento foi baseada no teor de potássio presente no mesmo, desta forma os tratamentos estão descritos a seguir:

T1 = 0 g de K_2O / planta (Testemunha);

T2 = 98,5 g de K_2O / planta;

T3 = 197,0 g de K_2O / planta;

T4 = 290,5 g de K_2O / planta;

T5 = 394,0 g de K_2O / planta.

3.1.7 Condução do experimento

No decorrer do experimento realizou-se sempre que necessário o controle de plantas invasoras, apesar das bananeiras já proporcionarem um sombreamento na área, mas no período de chuvas e com o calor houve favorecimento da emergência das plantas daninhas especialmente nos meses de novembro à fevereiro.

O desbaste de filhotes das bananeiras, deixando-se apenas a “planta mãe”, a “planta filha” e uma muda (“filhote” ou neta), foi realizado a cada 45-60 dias, visando eliminar o excesso de brotações das gemas que formam os filhotes, os quais competem por água e nutrientes com a planta mãe (Figuras 15 e 16).



Figura 15: Touceira antes do desbaste.



Figura 16: Touceira após desbaste de filhotes.

A porção terminal da raquis, conhecida como coração, foi eliminada quando estava a uma distância de um palmo entre a última penca.

Nos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) sempre que necessário foi realizado o controle da Sigatoka amarela (*Mycosphaerella musicolas*) com fungicidas recomendados para a cultura, num sistema de rotação de produtos para não causar resistência do fungo aos fungicida.

3.1.8 Atributos avaliados

3.1.8.1 Solo - atributos químicos

Avaliou-se a influência da adubação orgânica nos atributos químicos do solo determinando-se os teores de macronutrientes (potássio, fósforo, cálcio e magnésio) presentes no solo após a aplicação dos tratamentos. Avaliaram-se também o pH, o teor de matéria orgânica (M.O.) e foram calculados a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação por bases (V%) do solo. As amostras após coletadas foram secas em estufa e analisadas conforme metodologia preconizada por Raij & Quaggio (1983).

As amostras foram coletadas por ocasião do florescimento de pelo menos metade do bananal, no segundo e terceiro ciclos de produção, retirando-se cinco amostras de solo (composta por quatro sub-amostras) para cada tratamento na camada de 0 a 20 cm.

Por ocasião do quarto e quinto ciclos foram retiradas duas amostras compostas de solo por ciclo. A primeira foi coletada quando metade do bananal encontrava-se florado e a segunda quando pelo menos metade do bananal já havia sido colhido. Estas amostras foram retiradas nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, das cinco parcelas de cada tratamento, sendo cada uma composta por quatro sub-amostras.

3.1.8.2 Caracterização das plantas

Para cada ciclo, na ocasião da emissão da inflorescência foram realizadas as seguintes avaliações: teores foliares de macro e micronutrientes, conforme preconizado pela norma internacional (Martin-Prével, 1984); circunferência do pseudocaule (cm) a 30 cm do solo, com fita métrica; altura do pseudocaule até a inserção da inflorescência (cm), com uso de régua graduada e; número de folhas por planta.

Na colheita dos frutos determinou-se a massa do cacho (kg); número de frutos por cacho; número de pencas por cacho; peso da 2ª penca (kg) e número de frutos na 2ª penca.

3.1.8.3 Qualidade dos frutos

Por ocasião da colheita do 4º e 5º ciclos, os frutos da 2ª penca com diâmetro entre 34 e 36 mm foram encaminhados para o laboratório onde se mensurou o comprimento e diâmetro de 10 frutos, sendo posteriormente a polpa analisada quanto à textura, potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e amido.

Para as análises laboratoriais (textura, pH, ATT, SST e amido) foram utilizados três frutos da 2ª penca por parcela, desta forma, os frutos foram divididos em cinco tratamentos (testemunha e quatro doses de adubo orgânico aplicadas ao solo), sendo estas análises realizadas no dia da colheita.

Inicialmente mediu-se a textura (grama-força - gf), em quatro pontos da região central dos três frutos inteiros, utilizando-se Texturômetro Stevens – LFRA Texture Analyser, com ponta de prova A 9/1000, com velocidade de penetração de 2 mm/s e profundidade de 20 mm. Em seguida os frutos foram triturados e determinou-se o pH, medido em extrato aquoso, elaborado com 10g do material fresco triturado e diluído em 100 ml de água destilada, por meio de potenciômetro conforme preconizado pelo I.A.L. (1985) e a acidez total titulável (g/100g), determinada com NaOH 0,1N no mesmo extrato aquoso preparado para o pH até atingir pH 8,3, conforme preconizado pelo I.A.L. (1985). Os sólidos solúveis totais (°Brix) foram determinados com uma alíquota filtrada em gase dos frutos triturados e medido por refratometria, através de refratômetro tipo ABBE, conforme recomendações feitas pela A.O.A.C. (1970). Para a análise de amido, primeiramente as amostras de frutos trituradas sofreram uma hidrólise ácida (Rickard & Behn, 1987) e a seguir determinou-se os teores de amido pelo método de Somogy, adaptado por Nelson (1944).

3.1.8.4 Mineralização do composto orgânico

Visando o acompanhamento da degradação da matéria orgânica e da liberação dos nutrientes ao solo, foram enterrados saquinhos contendo o mesmo composto aplicado na cultura na dosagem proporcional a 100% da adubação anual para a cultura.

Os saquinhos foram confeccionados com tecido de poliéster (mais resistente à degradação), com dimensões de 15 x 15cm, sendo preenchidos com 95g de composto úmido (66%), o que corresponde a uma dose de 100% da adubação orgânica.

Foram enterrados cinco saquinhos por planta, ao redor de cinco plantas da bordadura, nas quais não foram realizadas adubações. Esses saquinhos foram enterrados superficialmente ao solo (misturado aos restos culturais) e foram retirados aos 0, 22, 45, 90 e 135 dias a partir do término da adubação do 4º ciclo da cultura. Após serem retiradas do campo, as amostras (saquinhos) foram secas em estufa a 65°C por 24 horas. Posteriormente foi determinado o peso seco e os teores de nitrogênio, fósforo e potássio que restam no material dos saquinhos.

3.1.8.5 Quantidades de nutrientes na bananeira

Na colheita do 5º ciclo de produção foram retiradas as plantas da família (planta colhida e planta com inflorescência) de cada tratamento, as quais foram cortadas rente ao solo para determinação da quantidade de nutrientes na aérea.

Após o corte e determinação da massa verde de cada uma das partes das plantas (pseudocaule, folhas e cacho), os pseudocauls foram cortados transversalmente em fatias de 5 cm de comprimento das quais se retirou três amostras, sendo uma da parte basal, outra da parte central e uma da parte superior da planta; para as folhas, retirou-se uma amostra de 10 cm de comprimento na parte central das 3ª, 6ª e 9ª folhas, com o limbo e pecíolo; da inflorescência foi retirada uma amostra de 10 cm de largura na região central; do cacho analisaram-se três frutos centrais da 2ª penca e do engaço foi retirada uma amostra de 20cm da região central. Estas amostras foram pesadas, lavadas e secas em estufa a 65°C.

Após atingirem peso constante estas amostras foram moídas e encaminhadas para o laboratório, onde se realizaram as análises para determinação de N, P, K, Ca e Mg, conforme descrito por Malavolta et al. (1997).

3.1.8.6 Decomposição dos restos culturais

No 5º ciclo de produção foram selecionadas cinco plantas da bordadura do experimento, onde foi avaliada a decomposição e a liberação de nutrientes dos restos culturais, determinando-se as massas de cada parte da planta (pseudocaule e folhas).

Das folhas coletadas foram acondicionados aproximadamente 66g de limbo foliar com nervuras, o que corresponde a 20 g em base seca do material, em sacos de nylon (0,30 x 0,30 cm). Dos pseudocauls foi retirada uma amostra de 1 metro de comprimento da parte central, dos quais foi determinado o peso fresco. A cada 15 dias foi realizada uma nova pesagem, visando obter a perda de massa dos materiais. De uma duplicata de amostra dos mesmos materiais (folhas e uma amostra de 20cm da parte central para o pseudocaule) determinou-se a porcentagem de matéria seca e o teor de nutrientes presente nas mesmas. Cada amostra foi avaliada quanto a perda de nutrientes: N, P e K, conforme descrito por Malavolta et al. (1997).

Após a última pesagem (60dias) foi retirada outra amostra de 20 cm de pseudocaule na qual se determinou o teor de nutrientes que restaram no material.

3.1.9 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, composto por cinco tratamentos, com cinco repetições e duas plantas úteis por parcela, sendo os efeitos dos tratamentos aplicados às parcelas avaliados empregando-se teste F e quando houve significância dos tratamentos de adubação, foram ajustadas equações de regressão (Banzatto & Kronka, 1992).

Segundo Rossetti (2002), em experimentos de campo com plantas perenes arbóreas, o uso de parcelas pequenas permite o aumento do número de repetições, diminui a área do experimento e aumenta sua precisão. Por estes motivos, neste experimento, as parcelas foram constituídas por duas plantas.

3.2 Experimentos realizados nas Ilhas Canárias - Espanha

Visando ampliar conhecimentos e estudar técnicas de cultivo de bananeiras em ambiente protegido foi realizado um estágio de doutorado no ICIA - Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, nas Ilhas Canárias, pertencente à Espanha, onde foi possível acompanhar e avaliar experimentos tanto ao ar livre como em ambiente protegido, com plantas adubadas com compostos orgânicos e fertirrigação convencional.

Os experimentos acompanhados e avaliados objetivaram caracterizar a produção e a qualidade de bananas produzidas em diferentes condições de cultivo na ilha de Tenerife empregando técnicas variadas de cultivo.

3.2.1 Cultivo de bananas em diferentes áreas na ilha de Tenerife

Neste trabalho foram avaliadas três diferentes propriedades na ilha (Cueva del Polvo, Hoya Melleque e Canaria Forestal) onde se produzem bananas ao ar livre das cultivares Gruesa, Gran Enana e Laja. O cultivo foi conduzido tanto em áreas experimentais pertencentes ao ICIA, como também em propriedades particulares. Todas as plantas foram propagadas por cultivo in vitro para manter a sanidade e uniformidade das parcelas experimentais, sendo nas propriedades de Cueva del Polvo e Hoya Melleque conduzidas em sistema convencional enquanto na propriedade Canaria Forestal sob sistema orgânico. Os espaçamentos adotados foram de 1,67 x 5,0 m, com filas duplas (2400 plantas por hectare); 1,3 x 3,0 m, com filas simples (2564 plantas por hectare) e; 2,0 x 5,0 m, com

filas duplas (2000 plantas por hectare), respectivamente para as propriedades em Cueva del Polvo, Hoya Melleque e Canaria Forestal.

As zonas costeiras da Ilha de Tenerife, onde se cultivava a bananeira, apresentam clima do tipo subtropical seco, sendo o solo predominante na área de origem vulcânica. Em muitas áreas de baixa cota há falta de solo apto ao cultivo, o que obriga, em quase todas as propriedades, a construção de terraços, com solo trazido de outras regiões da ilha, o que encarece muito o cultivo nos primeiros anos. Devido às condições climáticas, faz-se necessário o uso da irrigação, sendo o sistema mais utilizado o de gotejo, para a economia de água.

A estação experimental de Cueva de Polvo está localizada no Município de Guía de Isora, na costa sudoeste da ilha, com altitude média de 50 m e apresenta as seguintes características climáticas: precipitação média anual de 197 mm, temperatura média anual de 20,2°C, com extremos de 10 e 31,3°C e umidade média diária de 65%, com amplitude de 32 e 82% (Pérez, 2006).

A propriedade onde se coletaram as amostras e dados em de Hoya Melleque está localizada no município de Puerto de La Cruz, na costa norte da ilha, com uma altitude média de 60 m e apresenta as seguintes características climáticas: precipitação média anual de 314 mm, temperatura média anual de 19,9°C, com extremos de 10,5 e 29,9°C e umidade média diária de 74%, com extremos de 45 e 91% (Pérez, 2008).

As amostras de banana sob cultivo orgânico foram coletadas em uma propriedade privada (Canaria Forestal), no Município de Guía de Isora (sudoeste da ilha) com altitude média de 400 m e as seguintes características climáticas: precipitação média anual de 238 mm, temperatura média anual de 18,3°C, com amplitude de 7,4 e 37,6°C e umidade média diária de 68%, variando de 24 e 89% (Pérez, 2006).

Para as avaliações das plantas, no florescimento determinou-se a circunferência do pseudocaule, com fita métrica e a altura de inserção da inflorescência, com uso de régua graduada. No momento da colheita foram determinados o peso do cacho, número de pencas por cacho, número de frutos na 2ª penca superior e inferior, bem como o comprimento e diâmetro desses frutos. A colheita foi realizada quando os frutos da 2ª penca apresentavam em média 34 mm de diâmetro, coletando-se três frutos de cada 2ª penca para as avaliações de seus atributos químicos, como potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável

(AT), sólidos solúveis (SS) e amido, com a mesma metodologia aplicada às avaliações realizadas no Brasil.

3.2.2 Qualidade de frutos das bananeiras Gran Enana e Gruesa sob diferentes coberturas de estufa

Para este trabalho avaliou-se bananeiras cultivadas na estação experimental de Pajalillos, pertencente ao ICIA, localizado no Município de La Laguna (Tenerife, Espanha), na costa noroeste da ilha, que apresenta altitude média de 90 m. Esta região apresenta as seguintes características climáticas: precipitação média anual de 213 mm e temperatura média anual de 19,8°C, com variação de 10,1 e 31,1°C e a umidade média diária de 71%, com extremos de 35 e 89% (Perez, 2008).

O cultivo vem sendo realizado a cinco anos numa estrutura de cultivo protegido coberta com quatro diferentes materiais: Celloclim (plástico térmico), malha de 20x10 mesh, malha branca e malha de 16x10 mesh, que, com as duas cultivares testadas, constituíram os tratamentos.

Para o plantio empregou-se plantas produzidas in vitro das cultivares Gran Enana (GE) e Gruesa (GR), as quais foram plantadas no espaçamento de 1,67 x 5,0 m, em filas duplas (2400 plantas por hectare). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4 (cultivares x coberturas), com 5 repetições.

Adubação anual consistiu na aplicação de 80 m³ por hectare de composto orgânico e fertirrigação com 2 t ha⁻¹ de nitrato de cálcio, 1,2 t ha⁻¹ de sulfato de potássio e 157 kg ha⁻¹ de ácido fosfórico. Devido às condições climáticas da ilha, foi necessário utilizar um sistema de irrigação, que aplicou 12080 m³ de água.ha⁻¹.ano⁻¹.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: teores foliares de nutrientes, conforme preconizado pela norma internacional (Martin-Prével, 1984) e, no momento da colheita, quando os frutos da 2ª penca apresentavam em média 34 mm de diâmetro, coletou-se três frutos de cada 2ª penca para as avaliações dos atributos químicos, como potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e amido, com a mesma metodologia aplicada às avaliações realizadas no Brasil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento no Brasil

4.1.1. Variáveis climáticas

As médias mensais de temperatura mínima durante a realização do experimento (Figura 01) encontravam-se na faixa de 12°C em poucos períodos do anos avaliados, ou seja, nos meses de inverno (agosto de 2003, julho de 2004 e maio de 2006), sendo que nos anos de 2005 e 2007 não houve temperaturas abaixo de 13°C. Segundo Simão (1998) a temperatura média para o bom desenvolvimento das bananeiras deve ser superior a 12°C, pois abaixo desta faixa ocorre paralisação nas atividades da planta.

Como pode ser observado na Figura 02 as temperaturas médias mensais não ultrapassaram os 25°C, sendo o maior valor verificado no mês de março de 2007, onde a temperatura média mensal foi de 24,8°C e o menor valor foi observado no mês de julho de 2004, com média de 15,1°C.

Durante o período de condução do experimento em campo foi verificado que o mês no qual se observou maiores temperaturas foi setembro de 2004, onde a média mensal foi de 29,9°C, como pode ser verificado na Figura 03.

Com relação à precipitação (Figura 04), os meses de janeiro de 2003, 2005 e 2007 foram os mais chuvosos, onde foram verificadas médias mensais de 412, 428 e 411 mm, respectivamente. E os meses mais secos foram o de agosto de 2004 e 2007, com médias mensais de 0,2 e 0,1 mm de precipitação.

Nos períodos onde a quantidade de chuvas foi insuficiente para suprir as exigências hídricas da cultura, a reposição da água foi realizada através de irrigações, utilizando-se um sistema de microaspersão.

4.1.2. Solo – atributos químicos

As amostras de solo do 2º ciclo foram coletadas em maio de 2004, dois meses após a finalização da 1º ciclo, o que coincidiu com o florescimento das plantas do 2º ciclo. Nessa fase a aplicação de composto orgânico proporcionou efeito significativo nos atributos químicos do solo, exceto para potássio (Tabela 02).

Tabela 02: Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo no 2º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (maio/2004).

Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K -----	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³ -----	SB -----	CTC -----	V% (%)
T1: 0 kg composto/planta	5,4	32	54	1,2	59	17	77	108	69
T2: 43 kg composto/planta	5,6	33	85	1,3	74	19	93	124	73
T3: 86 kg composto/planta	5,7	35	93	1,3	90	22	113	141	79
T4: 129 kg composto/planta	6,0	43	153	1,4	114	22	137	161	85
T5: 172 kg composto/planta	5,9	40	135	1,3	119	19	151	178	84
Médias	5,7	37	104	1,3	91	20	114	142	78
F (tratamentos)	28,81**	3,30*	4,84**	2,19 ^{ns}	7,78**	10,17**	8,87**	12,46**	26,61**

Observou-se aumento de forma linear em relação ao pH do solo, atingindo valores máximos nos tratamentos com as maiores doses de composto adicionado ao solo. Isso evidencia que o aumento de matéria orgânica no solo por meio da adição de composto tendeu a elevar o pH do solo, conforme Hunter et al. (1995), Wong et al. (1995) e Hoyt & Turner (1975), uma vez que a matéria orgânica no solo indisponibiliza o alumínio, fazendo com que o pH do solo se eleve. Essa elevação no pH do solo é importante na diminuição da incidência de mal-do-Panamá (Cordeiro, 1999), doença fúngica, causada por *Fusarium oxysporum*.

Os teores de matéria orgânica no solo aumentaram linearmente, com as doses de composto aplicado (Tabela 02). Na fase inicial do desenvolvimento das bananeiras, a

matéria orgânica estimula o desenvolvimento das raízes, além de fornecer o nitrogênio, que nesta fase é de fundamental importância ao crescimento da planta (Moreira, 1987).

Os teores de fósforo apresentaram elevação com o aumento das doses de composto, sendo encontrados os menores teores na testemunha (54 mg dm^{-3}) e os maiores teores nos tratamentos com as doses de 129 e $172 \text{ kg planta}^{-1}$ de composto (153 e 135 mg dm^{-3} , respectivamente), conforme pode ser observado na Tabela 02. Estimou-se que para cada 100 kg de composto aplicado por planta, houve aumento de 111 mg dm^{-3} de P no solo. E mesmo sendo o P o macronutriente menos absorvido pela bananeira, sua manutenção no solo é muito importante, pois 50% do P absorvido pela planta é exportado pelos frutos (282 g t^{-1} de frutos, segundo Hiroce et al., 1977), o que ao longo dos ciclos pode gerar deficiência deste elemento, afetando o crescimento vegetativo e também diminuindo o desenvolvimento de raízes (Borges & Oliveira, 2000).

O potássio e magnésio no solo foram dois nutrientes que não foram influenciados pelos tratamentos aplicados ($P > 0,05$), apresentado teores médios ao final do primeiro ciclo $1,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K e $20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg (Tabela 02). Considerando as doses de composto aplicadas em função do teor de potássio, esperava-se diferenças no teor no solo, principalmente para o potássio, que é o nutriente de maior importância para a bananeira (Borges & Oliveira, 2000), correspondendo a aproximadamente 41% do total de nutrientes na planta (que pode variar de 379 a $718,5 \text{ g planta}^{-1}$, segundo Borges & Silva, 1995). Uma hipótese para explicar o ocorrido é que a planta tenha absorvido o potássio de forma diferente entre os tratamentos e distribuído na família (mãe, filha e neta). Para o magnésio, pode-se sugerir que o cálcio ou mesmo o potássio tenham deslocado o Mg do complexo de troca, favorecendo a lixiviação desse nutriente. Apesar disso, pela análise foliar, não foi observado o aparecimento do “azul-da-bananeira”, como é conhecida a deficiência de Mg induzida pela aplicação excessiva de K.

Para o cálcio houve aumento linear nos teores do solo em função da adição do composto (Tabela 02), sendo que os menores teores foram encontrados na testemunha e no tratamento com a menor dose de composto ($43 \text{ kg planta}^{-1}$), enquanto que nas maiores doses 129 e $172 \text{ kg de composto planta}^{-1}$ encontraram-se os maiores teores, mostrando que o composto produzido foi bom fornecedor de cálcio ao solo, uma vez que apresentava três vezes mais cálcio que potássio.

A soma de bases (SB), bem como a capacidade de troca catiônica (CTC) foram influenciadas pelos tratamentos, apresentando aumento linear em função das doses de composto, podendo ser observado na Tabela 02 que a testemunha apresentou os menores valores para estes atributos. Nos tratamentos, conforme se elevou as quantidades de composto aplicado, esses valores aumentaram, atingindo os máximos onde foi aplicada a maior quantidade de composto orgânico (172 kg planta⁻¹ de composto).

A saturação por bases (V) foi bastante influenciada pelos tratamentos, apresentando seu menor índice na testemunha (69%), onde não se aplicou composto. Houve aumento linear na saturação por bases do solo, atingindo 84% na maior dose de composto. Para a bananeira, no estado de São Paulo, a saturação por bases deve ser elevada a 60% (Raij et al., 1997), já no Espírito Santo, deve ser elevada a 70%, o que foi conseguido já nas menores doses aplicadas. O alto valor da saturação por bases atingido neste experimento ocorreu possivelmente pela realização de calagem na implantação do bananal, como também pela matéria orgânica (aplicada em forma de composto) elevar o pH e adsorver hidrogênio e alumínio na superfície do material orgânico.

Com relação aos micronutrientes, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os teores no solo foram considerados altos (Raij et al., 1997), com exceção ao boro que apresentou teor médio (Tabela 03), contudo pela análise foliar verificou-se que o boro apresentou teor médio nas folhas e os demais micronutrientes encontravam-se dentro da faixa considerada ideal para a cultura.

Tabela 03: Variações dos micronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo no 2º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (maio/2004).

Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
T1: 0 kg composto/planta	0,34	9,4	37	13,6	4,5
T2: 43 kg composto/planta	0,33	7,4	34	12,0	3,6
T3: 86 kg composto/planta	0,28	7,7	35	12,0	4,0
T4: 129 kg composto/planta	0,35	7,8	34	12,3	4,8
T5: 172 kg composto/planta	0,29	7,1	34	12,7	4,5
Médias	0,32	7,9	35	12,5	4,3
F (tratamentos)	1,65 ^{ns}	1,18 ^{ns}	2,06 ^{ns}	1,86 ^{ns}	4,33*

No 3º ciclo de produção o solo não recebeu adubação (tratamentos com doses de composto orgânico) pela segunda safra consecutiva, pois se objetivava diminuir os teores de nutrientes no solo e nas plantas da família, bem como obter maior homogeneidade das plantas, contudo as amostras de solo foram retiradas no início do florescimento das plantas, visando acompanhar o decréscimo nos teores de nutrientes do solo e os resultados encontram-se nas Tabelas 04 e 05.

Tabela 04: Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo no 3º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã` adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro/2005).

Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K -----	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³ -----	SB -----	CTC -----	V% (%)
T1: 0 kg composto/planta	5,2	29	69	1,9	54	20	76	104	72
T2: 43 kg composto/planta	6,0	33	108	1,7	75	22	99	121	81
T3: 86 kg composto/planta	5,9	35	131	1,6	80	21	102	126	81
T4: 129 kg composto/planta	6,2	43	146	1,6	105	22	129	148	86
T5: 172 kg composto/planta	6,2	42	183	1,6	106	21	128	148	86
Médias	5,9	36	128	1,7	84	21	107	130	81
F (tratamentos)	8,68**	17,23**	4,69*	0,46 ^{ns}	25,77**	0,22 ^{ns}	18,32**	18,12**	10,51**

O mesmo comportamento nos atributos químicos do solo observado no ciclo anterior se repetiu no terceiro, onde os teores de potássio e magnésio no solo não apresentaram diferença significativa entre as parcelas que foram adubadas no 1º ciclo. Os valores de pH, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), bem como da saturação por bases do solo e os teores de matéria orgânica (M.O.), cálcio e de fósforo mostraram aumento linear em função das doses de composto orgânico aplicado no 1º ciclo, apresentando as seguintes equações:

$$\text{pH: } y = 0,22x + 5,24; R^2 = 0,7118^{**}$$

$$\text{M.O.: } y = 3,6x + 25,6; R^2 = 0,9050^{**}$$

$$\text{P: } y = 26,6x + 47,6; R^2 = 0,9777^*$$

$$\text{Ca: } y = 13,4x + 43,8; R^2 = 0,9342^{**}$$

$$\text{SB: } y = 13,4x + 66,6; R^2 = 0,9093^{**}$$

$$\text{CTC: } y = 11,5x + 94,9; R^2 = 0,9319^{**}$$

$$\text{V\%: } y = 3,3x + 71,3; R^2 = 0,8326^{**}$$

Os teores de micronutrientes no solo do bananal durante o 3º ciclo de produção novamente não mostraram diferença significativa, uma vez que não haviam sido aplicados os tratamentos de adubação orgânica desde o final do 1º ciclo. Os teores médios de micronutrientes podem ser observados na Tabela 05.

Tabela 05: Variações dos micronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo no 3º ciclo de produção da bananeira `Prata-Anã` adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro/2005).

Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
T1: 0 kg composto/planta	0,26	8,8	31	10,5	5,9
T2: 43 kg composto/planta	0,20	7,5	29	9,2	5,3
T3: 86 kg composto/planta	0,21	11,0	36	9,9	8,0
T4: 129 kg composto/planta	0,31	7,1	32	8,7	5,7
T5: 172 kg composto/planta	0,17	7,0	31	8,2	5,7
Médias	0,23	8,3	32	9,3	6,1
F (tratamentos)	0,77 ^{ns}	3,02 ^{ns}	1,16 ^{ns}	1,67 ^{ns}	1,44 ^{ns}

No 4º e no 5º ciclos de produção as amostras de solo foram retiradas em duas fases: a primeira quando metade do bananal havia florescido e a segunda, quando metade do bananal estava colhido. Assim sendo, no 4º ciclo as primeiras amostras foram retiradas em janeiro de 2006 e as demais nos mês de abril de 2006, sendo os resultados apresentados nas Tabelas 06 a 09. No 5º ciclo as primeiras amostras foram retiradas em outubro de 2006 e as demais no mês de fevereiro de 2007 e os resultados estão apresentados nas Tabelas 10 a 13.

O pH e teores de matéria orgânica, fósforo, potássio e magnésio, na profundidade de 0 a 20 cm, tiveram aumento significativo entre a coleta nos meses de janeiro e abril de 2006. Esse fato se deve possivelmente à decomposição do composto orgânico que foi aplicado antes do florescimento das plantas e que na fase de colheita já havia liberado grande parte de seus nutrientes. Já os teores de cálcio, soma de bases, CTC e saturação por bases não formam diferenciados estatisticamente.

Tabela 06: Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo em duas fases do 4º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro e abril de 2006).

Época de Coleta	Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K -----	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³	SB -----	CTC	V% (%)
Janeiro/06 Floração	T1: 0 kg composto/planta	5,8	29	52	0,7	49	16	62	105	75
	T2: 43 kg composto/planta	6,1	31	108	1,0	77	16	94	114	83
	T3: 86 kg composto/planta	6,2	38	133	1,3	81	17	117	158	87
	T4: 129 kg composto/planta	6,5	48	179	1,4	139	21	161	219	92
	T5: 172 kg composto/planta	6,3	42	162	1,2	123	16	140	142	86 b
Médias		6,2 B	38 B	127 B	1,1 B	94 A	17 B	115 A	147 A	85 A
Época de Coleta	Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K -----	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³	SB -----	CTC	V% (%)
Abril/06 Colheita	T1: 0 kg composto/planta	5,9	31	73	1,4	56	18	75	100	75
	T2: 43 kg composto/planta	6,4	36	137	1,7	95	19	116	135	85
	T3: 86 kg composto/planta	6,4	41	169	1,5	102	24	127	145	87
	T4: 129 kg composto/planta	6,5	49	202	1,6	107	26	133	195	89
	T5: 172 kg composto/planta	6,6	51	248	1,2	154	21	176	217	92
Médias		6,3 A	42 A	166 A	1,5 A	103 A	22 A	125 A	158 A	86 A
F (tratamentos)		6,95**	7,35**	8,29**	7,35 ^{ns}	23,61**	2,90*	17,46**	3,63*	8,66**

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% entre épocas de coleta.

Na primeira coleta de solo (Tabela 06) verificou-se que a partir da aplicação de 86 kg de composto por planta foram encontrados os melhores resultados para a maioria dos atributos químicos de solo, onde os valores do pH e de potássio foram mais elevados. Com a aplicação de 129 kg de composto, os teores de matéria orgânica, fósforo, cálcio, bem como os valores da soma da CTC e da saturação por bases foram mais elevados. Esses resultados indicam que a aplicação do composto orgânico empregado para adubação das bananeiras, a partir da dose de 86kg foi eficaz para o fornecimento de nutrientes ao solo, mostrando uma tendência linear de melhoria nesses atributos químicos.

Pela Tabela 06, observou-se que na coleta de solo no mês de abril os melhores resultados foram observados com a aplicação da maior dose de composto, com exceção ao pH, matéria orgânica e saturação por bases que tiveram bons resultados com doses menores de composto. O potássio e o magnésio formam dois nutrientes que não apresentaram resposta aos tratamentos, enquanto que os demais atributos apresentaram a mesma tendência de elevação linear observada na coleta de solo anterior.

Os teores de potássio na camada de 0 a 20 cm de profundidade foram mais elevados a partir da dose de 86 kg de composto, na primeira coleta. Contudo diferenças não foram observadas na coleta de abril, onde os tratamentos não mostraram diferença significativa, uma vez que as plantas podem ter absorvido o potássio fornecido pelo composto, mesmo assim os teores médios de potássio tiveram incrementos passando de 1,1 para 1,5 mmol_c dm⁻³.

Tabela 07: Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 20 a 40 cm de profundidade do solo em duas fases do 4º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro e abril de 2006).

Época de Coleta	Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P Mg/dm ³	K -----	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³ -----	SB	CTC	V% (%)
Janeiro/06	T1: 0 kg composto/planta	5,3	16	59	0,6	34	13	51	88	62
	T2: 43 kg composto/planta	5,1	16	36	0,6	36	11	53	83	56
	T3: 86 kg composto/planta	5,4	21	40	0,7	46	12	57	123	65
	T4: 129 kg composto/planta	5,5	22	60	0,7	55	16	60	102	68
	T5: 172 kg composto/planta	5,4	25	53	0,7	46	11	54	86	62
	Médias	5,3 B	20 B	50 B	0,7 B	43 B	13 A	55 B	96 A	63 A
Abril/06	T1: 0 kg composto/planta	5,8	23	93	0,9	70	18	86	109	70
	T2: 43 kg composto/planta	5,4	24	52	1,2	52	13	66	100	66
	T3: 86 kg composto/planta	5,4	22	60	1,3	59	12	75	105	60
	T4: 129 kg composto/planta	5,7	29	101	1,5	64	17	83	114	72
	T5: 172 kg composto/planta	5,7	23	62	1,2	64	14	79	109	71
	Médias	5,6 A	24 A	74 A	1,2 A	62 A	15 A	78 A	107 A	68 A
F (tratamentos)		0,70 ^{ns}	0,89 ^{ns}	4,19 [*]	1,65 ^{ns}	1,03 ^{ns}	2,33 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,35 ^{ns}

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% entre épocas de coleta.

Os atributos químicos avaliados na camada de 20 a 40 cm de profundidade também mostraram diferencial nos valores de pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, e soma de bases quando se comparou as duas épocas de amostragem de solo, com a mesma tendência observada na camada de 0 a 20 cm (Tabela 07). O magnésio, a CTC e a saturação por bases não mostraram resposta significativa entre as épocas de coleta.

Excetuando-se a matéria orgânica e o cálcio na amostragem na época de floração, os demais atributos químicos do solo não mostraram resposta à regressão, sendo

que estes dois atributos mostraram resposta linear, ou seja, aumento nos seus teores no solo em função dos tratamentos aplicados.

Para os micronutrientes, pela Tabela 08 verificou-se que os teores de cobre e ferro na floração e os de cobre na segunda coleta a 0 - 20 cm de profundidade não foram influenciados pela adubação orgânica aplicada ao solo, apresentando teores médios de 4,6; 28 e 6,0 mg dm⁻³, respectivamente. Enquanto que o boro e o zinco mostram aumento linear em função dos tratamentos nas duas épocas de coleta de solo.

Tabela 08: Variações dos micronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo em duas fases do 4º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro e abril de 2006).

Época de Coleta	Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
Janeiro/06 Floração	T1: 0 kg composto/planta	0,25	4,7	27	13,9	3,2
	T2: 43 kg composto/planta	0,46	4,7	25	10,9	3,6
	T3: 86 kg composto/planta	0,27	4,9	30	10,2	5,5
	T4: 129 kg composto/planta	0,54	4,5	32	10,6	6,6
	T5: 172 kg composto/planta	0,60	4,4	27	10,8	5,1
	Médias	0,42 B	4,6 B	28 B	11,3 B	4,8 B
Época de Coleta	Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
Abril/06 Colheita	T1: 0 kg composto/planta	0,41	5,7	30	31,0	3,5
	T2: 43 kg composto/planta	0,56	5,7	38	28,2	8,1
	T3: 86 kg composto/planta	0,63	6,2	42	27,2	9,0
	T4: 129 kg composto/planta	0,55	6,5	51	26,8	11,8
	T5: 172 kg composto/planta	0,68	5,7	43	24,8	12,1
	Médias	0,57 A	6,0 A	41 A	27,6 A	8,9 A
F (tratamentos)		2,74 ^{ns}	1,18 ^{ns}	3,52*	2,67 ^{ns}	6,86**

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% entre épocas de coleta.

Na profundidade de 20 a 40 cm a adubação orgânica mostrou pouca influencia sobre os teores de micronutrientes, sendo que apenas o boro e o zinco indicaram resposta aos tratamentos na segunda época de coleta (colheita), onde o maior teor de boro foi observado com aplicação de 43 kg de composto por planta e para o zinco com a aplicação de 129 kg de composto, como pode ser observado na Tabela 09.

Tabela 09: Variações dos micronutrientes na camada de 20 a 40 cm de profundidade do solo em duas fases do 4º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (janeiro e abril de 2006).

Época de Coleta	Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
Janeiro/06 Floração	T1: 0 kg composto/planta	0,19	6,4	20	6,4	1,7
	T2: 43 kg composto/planta	0,17	6,1	22	6,5	1,7
	T3: 86 kg composto/planta	0,17	6,0	26	6,3	2,0
	T4: 129 kg composto/planta	0,24	6,1	22	6,0	1,7
	T5: 172 kg composto/planta	0,16	6,3	24	7,5	2,3
Médias		0,19 B	6,2 A	23 B	6,6 B	1,9 B
Época de Coleta	Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
Abril/06 Colheita	T1: 0 kg composto/planta	0,48	6,8	31	13,5	1,7
	T2: 43 kg composto/planta	0,63	6,4	31	16,3	3,1
	T3: 86 kg composto/planta	0,52	6,3	33	12,2	2,8
	T4: 129 kg composto/planta	0,45	6,9	39	12,5	4,2
	T5: 172 kg composto/planta	0,43	6,6	31	13,3	3,1
Médias		0,50 A	6,6 A	33 A	13,6 A	3,0 A
F (tratamentos)		0,75 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,47 ^{ns}	12,76 ^{**}

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% entre épocas de coleta.

No 5º ciclo as amostragens de solo foram realizadas nos meses de outubro de 2006 (floração) e em fevereiro de 2007 (colheita) nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade. Na Tabela 10 verifica-se que apenas o fósforo e o potássio mostraram diferenças significativas em função da adubação aplicada no solo na camada de 0 a 20cm na primeira coleta de solo. O composto foi um bom fornecedor de fósforo ao solo, uma vez que mesmo com a menor dose (43 kg de composto), seus teores no solo foram satisfatórios, já o potássio apresentou maiores valores com a dose de 129 kg de composto aplicada por planta.

Tabela 10: Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo em duas fases do 5º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (outubro de 2006 e fevereiro de 2007).

Época de Coleta	Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K -----	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³ -----	SB -----	CTC -----	V% (%)
Out/06 Floração	T1: 0 kg composto/planta	5,9	38	49	1,1	64	19	84	107	78
	T2: 43 kg composto/planta	6,3	49	119	3,8	84	25	124	143	86
	T3: 86 kg composto/planta	5,9	49	128	4,2	80	26	119	143	82
	T4: 129 kg composto/planta	6,1	55	150	6,1	67	34	134	156	82
	T5: 172 kg composto/planta	5,6	44	140	5,6	67	28	95	128	73
Médias		5,9 A	47 B	117 B	4,2 A	72 B	26 A	111 B	136 B	80 A
Época de Coleta	Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K -----	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³ -----	SB -----	CTC -----	V% (%)
Fev/07 Colheita	T1: 0 kg composto/planta	5,4	39	74	1,6	62	32	95	132	71
	T2: 43 kg composto/planta	6,1	53	168	1,9	102	18	143	168	84
	T3: 86 kg composto/planta	6,2	65	223	3,2	118	24	146	68	87
	T4: 129 kg composto/planta	6,3	75	262	3,2	160	32	189	212	88
	T5: 172 kg composto/planta	6,2	79	320	3,3	139	35	212	235	89
Médias		6,0 A	62 A	220 A	2,6 B	116 A	28 A	157 A	183 A	84 A
F (tratamentos)		3,61*	7,20**	9,01**	23,47**	7,69**	4,66*	2,54*	2,57 ^{ns}	3,07*

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% entre épocas de coleta.

Na segunda amostragem de solo (colheita) observou-se uma tendência de elevação nos teores da maioria dos nutrientes, bem como dos demais atributos químicos do solo em função das doses crescentes de composto orgânico, com exceção à CTC, que não mostrou resposta significativa (Tabela 10).

Mesmo com as menores doses de composto orgânico, muitos atributos químicos apresentaram valores satisfatórios, como pH, teor de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, bem como a soma de bases e a saturação por bases, como pode ser observado na Tabela 10.

Verifica-se na fase de floração das bananeiras que na camada de 20 a 40 cm que apenas o potássio mostrou resposta aos tratamentos, onde os teores mais elevados foram observados nas duas maiores doses de composto aplicadas. Contudo na camada de 20 a 40 cm, os teores de potássio não diferiram, apresentando teor médio de 1,8 mmol_c dm⁻³.

Tabela 11: Variações dos atributos químicos e macronutrientes na camada de 20 a 40 cm de profundidade do solo em duas fases do 5º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (outubro de 2006 e fevereiro de 2007).

Época de Coleta	Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K -----	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³	SB -----	CTC	V% (%)
Out/06 Floração	T1: 0 kg composto/planta	5,4	24	28	0,8	47	16	61	96	63
	T2: 43 kg composto/planta	4,9	24	29	1,0	31	13	43	86	50
	T3: 86 kg composto/planta	5,2	25	24	0,9	33	10	58	99	54
	T4: 129 kg composto/planta	5,2	29	31	1,4	40	14	60	100	58
	T5: 172 kg composto/planta	5,2	27	51	1,7	43	15	61	101	60
Médias		5,2 B	26 B	33 B	1,2 B	39 B	14 B	57 B	96 B	57 B
Época de Coleta	Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K -----	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³	SB -----	CTC	V% (%)
Fev/07 Colheita	T1: 0 kg composto/planta	5,2	30	41	1,4	43	21	69	111	62
	T2: 43 kg composto/planta	5,5	34	69	1,5	56	15	72	110	66
	T3: 86 kg composto/planta	5,4	36	103	1,6	60	16	79	119	65
	T4: 129 kg composto/planta	5,7	39	88	1,9	69	16	91	123	72
	T5: 172 kg composto/planta	5,8	48	127	2,4	86	22	110	140	78
Médias		5,5 A	37 A	86 A	1,8 A	63 A	18 A	84 A	120 A	69 A
F (tratamentos)		0,59 ^{ns}	3,89 [*]	1,45 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,75 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,84 ^{ns}

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% entre épocas de coleta.

Os teores de fósforo e cálcio foram influenciados pela adubação, onde seus menores valores foram encontrados no solo que não recebeu adubação e seus maiores teores no tratamento com a dose mais elevada de composto (Tabela 11).

Assim como o potássio, os teores de magnésio e os valores da soma de bases e da CTC não mostraram resposta à adubação orgânica, apresentado como médias 18, 84 e 120 mmol_c dm⁻³. Nota-se que as doses aplicadas de composto orgânico foram diferenciadas, promovendo o aumento de cálcio e magnésio, aumentando a V% e consequentemente o pH do solo.

Os teores de micronutrientes na camada de 0 a 20 cm do solo no 5º ciclo foram influenciados pela adubação orgânica, exceto o cobre e zinco na floração e o manganês nas duas coletas (Tabela 12).

Pela Tabela 12 é possível verificar que a maior parte dos micronutrientes tiveram aumento linear nos seus teores a partir da menor dose de composto aplicado.

Tabela 12: Variações dos micronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo em duas fases do 5º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (outubro de 2006 e fevereiro de 2007).

Época de Coleta	Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
Out/06 Floração	T1: 0 kg composto/planta	0,32	6,4	24	13,8	4,9
	T2: 43 kg composto/planta	0,36	7,1	35	16,5	11,8
	T3: 86 kg composto/planta	0,47	7,3	42	15,2	9,7
	T4: 129 kg composto/planta	0,49	7,8	57	17,2	11,3
	T5: 172 kg composto/planta	0,51	7,6	48	15,8	7,7
	Médias	0,43 B	7,2 B	41 B	15,7 B	9,1 B
Época de Coleta	Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
Fev/07 Colheita	T1: 0 kg composto/planta	0,32	6,6	53	24,2	3,3
	T2: 43 kg composto/planta	0,37	7,6	66	21,5	12,1
	T3: 86 kg composto/planta	0,53	8,4	63	24,0	21,4
	T4: 129 kg composto/planta	0,65	9,3	104	19,5	25,6
	T5: 172 kg composto/planta	0,67	8,4	105	21,7	35,3
	Médias	0,51 A	8,1 A	78 A	22,2 A	19,5 A
F (tratamentos)		9,39**	4,47*	7,82**	0,03 ^{ns}	8,45**

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% entre épocas de coleta.

Tabela 13: Variações dos micronutrientes na camada de 20 a 40 cm de profundidade do solo em duas fases do 5º ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico. Botucatu (outubro de 2006 e fevereiro de 2007).

Época de Coleta	Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
Out/06 Floração	T1: 0 kg composto/planta	0,28	7,0	25	7,7	1,4
	T2: 43 kg composto/planta	0,27	7,2	24	6,4	1,2
	T3: 86 kg composto/planta	0,37	7,3	34	7,2	1,6
	T4: 129 kg composto/planta	0,37	7,5	29	7,4	3,0
	T5: 172 kg composto/planta	0,37	7,1	32	9,1	4,1
	Médias	0,34 A	7,2 B	29 B	7,6 B	2,4 B
Época de Coleta	Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
Fev/07 Colheita	T1: 0 kg composto/planta	0,25	7,0	36	8,8	1,5
	T2: 43 kg composto/planta	0,28	7,8	60	17,3	4,9
	T3: 86 kg composto/planta	0,37	7,8	61	10,7	7,1
	T4: 129 kg composto/planta	0,33	7,9	40	7,5	5,7
	T5: 172 kg composto/planta	0,35	8,2	78	14,5	13,7
	Médias	0,32 A	7,7 A	55 A	11,8 A	6,6 A
F (tratamentos)		0,31 ^{ns}	1,22 ^{ns}	4,32*	1,08 ^{ns}	5,69**

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% entre épocas de coleta.

Na camada de 20 a 40 cm os micronutrientes não mostraram resposta significativa aos tratamentos na floração, como pode ser observado na Tabela 13. Contudo na segunda coleta foi observada a elevação nos teores de boro, ferro, manganês e zinco em função da adubação com o composto orgânico.

4.1.3. Teores foliares de nutrientes

As amostras de folhas foram retiradas conforme é preconizado pela norma internacional (Martin-Prével, 1984) no florescimento das plantas dos 1º, 2º, 3º e 4º e 5º ciclos (Tabelas 14 e 15). Após a coleta das folhas, procedeu-se a análise química, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), analisando os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Os teores de nutrientes na massa seca foliar da bananeira `Prata-Anã`, mostraram a seguinte ordem de concentração no florescimento do 1º ciclo de produção: $K > N > Ca > Mg > S > P$. A partir do 2º ciclo, os teores de fósforo foram maiores que os de enxofre, mostrando a seguinte ordem de concentração: $K > N > Ca > Mg > P > S$, com médias respectivas de 35; 27; 8; 3,7; 2,2 e 1,8 g kg⁻¹ no 2º ciclo; 29; 24; 9; 4,6; 1,9 e 1,6 g kg⁻¹ no 3º ciclo e 28; 22; 9; 4,4; 1,9 e 1,5 g kg⁻¹ no 4º ciclo. No 5º ciclo, a mesma ordem de concentração de nutrientes do primeiro ciclo se repetiu, apresentando teores médios de 23; 22; 11; 4,6; 1,6 e 1,5 g kg⁻¹ para K, N, Ca, Mg, S e P, respectivamente.

No decorrer dos ciclos avaliados, os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre diminuíram significativamente, passando em média de 30; 2,0; 31; 2,5 g kg⁻¹ no 1º ciclo para 22; 1,5; 23; 1,6 g kg⁻¹ no 5º ciclo, respectivamente, como pode ser observado na Tabela 14. Enquanto que o cálcio e o magnésio foram acumulados nas plantas no decorrer dos ciclos, onde passaram de 9 e 3,2 g kg⁻¹ para 11 e 4,6 g kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 14: Teores médios de macronutrientes nas folhas de bananeira 'Prata-Anã' adubadas com composto orgânico, no florescimento do 1º ao 5º ciclo (g kg⁻¹). Botucatu.

Ciclo Ano	Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
		----- g kg ⁻¹ -----					
1º 2003	T1: 0 kg composto/planta	30	2,1	31	9	3,3	2,6
	T2: 43 kg composto/planta	29	1,9	32	9	2,8	2,5
	T3: 86 kg composto/planta	30	2,1	31	9	3,2	2,7
	T4: 129 kg composto/planta	30	2,0	30	9	3,3	2,4
	T5: 172 kg composto/planta	30	2,1	31	9	3,4	2,6
	Médias	30 A	2,0 AB	31 AB	9 B	3,2 B	2,5 A
	F (tratamentos)	2,35 ^{ns}	3,62 ^{ns}	1,52 ^{ns}	2,00 ^{ns}	3,15 [*]	1,60 ^{ns}
2º 2004	T1: 0 kg composto/planta	27	2,3	38	6	3,4	1,5
	T2: 43 kg composto/planta	27	2,2	35	8	3,7	1,6
	T3: 86 kg composto/planta	27	2,1	34	7	3,4	1,8
	T4: 129 kg composto/planta	28	2,1	33	9	3,9	2,0
	T5: 172 kg composto/planta	27	2,2	34	11	3,9	1,9
	Médias	27 B	2,2 A	35 A	8 B	3,7 B	1,8 B
	F (tratamentos)	0,63 ^{ns}	1,20 ^{ns}	2,27 ^{ns}	8,05 ^{**}	5,54 ^{**}	2,39 ^{ns}
3º 2005	T1: 0 kg composto/planta	26	1,9	30	8	4,5	1,7
	T2: 43 kg composto/planta	24	2,1	29	8	4,2	1,6
	T3: 86 kg composto/planta	22	1,8	26	10	4,7	1,4
	T4: 129 kg composto/planta	23	1,9	28	10	4,9	1,5
	T5: 172 kg composto/planta	25	2,0	29	8	4,4	1,6
	Médias	24 C	1,9 B	29 BC	9 B	4,6 A	1,6 BC
	F (tratamentos)	7,33 ^{ns}	1,91 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,34 ^{ns}
4º 2006	T1: 0 kg composto/planta	23	1,7	27	9	4,4	1,6
	T2: 43 kg composto/planta	21	1,8	26	11	4,6	1,6
	T3: 86 kg composto/planta	23	2,0	28	9	4,3	1,5
	T4: 129 kg composto/planta	22	2,1	29	8	4,3	1,4
	T5: 172 kg composto/planta	21	1,8	28	10	4,4	1,5
	Médias	22 D	1,9 B	28 C	9 B	4,4 A	1,5 C
	F (tratamentos)	3,79 [*]	0,81 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,37 ^{ns}
5º 2007	T1: 0 kg composto/planta	22	1,5	22	11	4,9	1,6
	T2: 43 kg composto/planta	20	1,5	23	8	4,0	1,6
	T3: 86 kg composto/planta	23	1,5	25	11	4,2	1,7
	T4: 129 kg composto/planta	23	1,5	21	12	5,0	1,5
	T5: 172 kg composto/planta	22	1,4	21	13	4,9	1,5
	Médias	22 D	1,5 C	23 D	11 A	4,6 A	1,6 BC
	F (tratamentos)	1,46 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,70 ^{ns}	2,39 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,29 ^{ns}
	Padrão*	27 – 36	1,8 – 2,7	35 – 54	3 – 12	3 – 6	2,5 – 8,0

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os ciclos.

* Fonte: Raij et al., 1997.

No período de cinco ciclos de avaliação, os teores foliares médios de nitrogênio apresentaram resposta aos tratamentos de adubação orgânica aplicada, contudo seus valores, em todos os tratamentos, a partir do 3º ciclo, estavam abaixo dos teores tidos como adequados para a cultura, que varia de 27 a 36 g kg⁻¹ (Raij et al., 1997), como pode ser observado na Tabela 14, onde se verifica que os teores foliares deste nutriente foi de 25 g kg⁻¹, valor este muito próximo do valor mínimo da faixa considerada adequada para a cultura, sendo possivelmente por esse motivo que não foram observados sintomas de deficiência de nitrogênio nas plantas.

Avaliando-se apenas os 1º e 2º ciclos, os teores de nitrogênio determinados nas folhas da bananeira 'Prata-Anã' encontravam-se, segundo os padrões nutricionais conhecidos (Raij et al., 1997), adequados no momento do florescimento, não havendo diferenças entre tratamentos e apresentando valores médios de 30 e 27 g kg⁻¹, respectivamente. Mas a partir do 3º ciclo seus teores foliares estavam abaixo do padrão da bananeira, apresentando teores médios de 24, 22 e 22 g kg⁻¹, nos 3º, 4º e 5º ciclos, respectivamente (Tabela 14).

Apenas no 4º ciclo foi observada influência da adubação com composto orgânico nos teores foliares de nitrogênio, onde a sua maior concentração (23 g kg⁻¹) se deu nas plantas adubadas com 86 kg de composto por planta, indicando que nesta fase, o composto orgânico aplicado ao solo foi um bom fornecedor deste nutriente às plantas.

Os teores foliares de fósforo não foram influenciados pelos tratamentos, contudo os valores encontravam-se dentro da faixa considerada adequada para o bom desenvolvimento da planta (Tabela 14). Apenas no 5º ciclo, as folhas mostraram-se com teores de fósforo abaixo do padrão (1,8 a 2,7 g kg⁻¹) e os teores apresentados nas folhas foram de 1,5 g kg⁻¹, sem que as plantas apresentassem sintomas visuais de sua carência.

O potássio, que é o elemento requerido em maiores quantidades pelas bananeiras não apresentou resposta aos tratamentos de adubação orgânica aplicada, sendo que os seus teores médios nas folhas foram de 29 g kg⁻¹, teor este bastante abaixo da faixa considerada adequada para a cultura (35 a 54 g kg⁻¹). Mesmo seus teores foliares não estando próximos a esta faixa, as plantas não apresentaram sintomas de sua deficiência e a produtividade obtida também foi adequada (26,18 t.ha⁻¹ no 1º ciclo; 27,28 t.ha⁻¹ no 2º ciclo;

22,46 t.ha⁻¹ no 3º ciclo e 20,85 t.ha⁻¹ no 4º ciclo), quando se compara com a média nacional que foi de 14,06 t.ha⁻¹, segundo dados da FAO (2006).

É interessante observar que os teores de potássio não se alteraram em relação à testemunha e a dose mais elevada de composto, indicando que pode ter ocorrido o chamado “consumo de luxo”, o potássio não permaneceu na folha, sendo translocado para outros órgãos ou até mesmo para as outras plantas da família, que possivelmente acabou sendo redistribuído para as outras plantas nos ciclos seguinte.

O teor médio foliar de potássio no florescimento do 1º ciclo foram de 31 g kg⁻¹, abaixo do qual é sugerido por Raij et al. (1997), que varia de 35 a 54 g kg⁻¹, porém em nenhum momento foram observados sintomas de deficiência desse nutriente nas plantas. Semelhantemente ao 1º ciclo, seus teores foliares mantiveram-se abaixo do padrão em todos os ciclos, com teores foliares médios de 35, 29, 28 e 23 g kg⁻¹, nos 2º, 3º, 4º e 5º ciclos, respectivamente, como pode ser observado na Tabela 14.

Segundo Lahav & Turner (1983) o potássio é o nutriente mais encontrado nos frutos de bananeira, com isso sua exigência torna-se maior na época de formação do cacho. Gomes (2004) aplicando doses de potássio via fertirrigação não observou diferença nos teores foliares do nutriente. A exemplo deste trabalho, o autor encontrou teores médios de 27 g kg⁻¹ de potássio nas folhas, abaixo dos citados por Raij et al. (1997), com produção de 17 t.ha⁻¹ para a bananeira ‘Prata-Anã’. Guerra (2001) trabalhando com fertirrigação em bananeira ‘Prata-Anã’ notou que os teores foliares de potássio estavam abaixo dos níveis adequados para a bananeira. Resultados semelhantes foram encontrados por Teixeira (2000) em um mesmo tipo de solo e sob irrigação.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho e de outros autores, como Gomes (2004), Guerra (2001) e Teixeira (2000), é possível sugerir que para a bananeira ‘Prata-Anã’, a faixa adequada de potássio está entre 25 e 30 g kg⁻¹. Malavolta (1979) sugere que o teor foliar adequado para bananeira seria de 27 g kg⁻¹ e que apenas abaixo de 20 g de K kg⁻¹ nas folhas, as plantas seriam consideradas deficientes para este nutriente. Para Prezotti (1992) e Raij et al. (1997) a faixa de concentração de potássio em folhas de bananeira deve estar entre 32 e 54 g kg⁻¹, enquanto que Robinson (1986) cita ser esta faixa mais estreita (31 a 40 g kg⁻¹), Ribeiro et al. (1999) citam como teor adequado 28 g kg⁻¹ e Jones Jr. et al. (1991) 38 a 50 g kg⁻¹. Portanto, a indicação de teores adequados de potássio em folhas de bananeiras é bastante

variável, sugerindo estudos de teores adequados de nutrientes nas folhas de bananeira específicos para as cultivares.

Os teores de cálcio nas folhas, no florescimento do 1º, 3º, 4º e 5º ciclos, não mostraram diferença entre os tratamentos (doses de composto), enquanto que os maiores teores foliares de magnésio no florescimento do 1º ciclo ($3,4 \text{ g kg}^{-1}$) foram encontrados no tratamento que recebeu a maior dose de composto (172 kg / planta), mostrando que este composto, utilizado como fonte de adubo, é um bom fornecedor de magnésio. No 2º ciclo os teores de cálcio e magnésio mostraram diferenças significativas, onde os maiores teores foliares de cálcio foram encontrados nas plantas adubadas com a maior dose de composto e os de magnésio, com a aplicação das duas maiores doses de composto.

Semelhantemente ao observado para nitrogênio e potássio, os teores foliares médios de enxofre não mostraram resposta à adubação orgânica, obtendo-se valores abaixo da faixa adequada para a cultura, porém sintomas de sua deficiência não foram observados.

No 1º ciclo, os níveis de enxofre apresentavam-se próximos do limite inferior da faixa compreendida como adequada, que varia de $2,5$ a $8,0 \text{ g kg}^{-1}$ (Raij et al., 1997), uma vez que não foi adicionada outra fonte de nutriente que o contivesse, apresentando em média $2,5 \text{ g kg}^{-1}$. A partir do 2º ciclo foi observado que os teores foliares de enxofre encontravam-se abaixo do padrão adequado a cultura. Seus teores médios foram de $1,8$; $1,6$; $1,5$ e $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ nos 2º, 3º, 4º, e 5º ciclos, respectivamente, como podem ser observados na Tabela 14.

A maior parte dos macronutrientes presentes nas folhas da bananeira 'Prata-Anã' não foram influenciados pelo incremento de doses de composto orgânico, excetuando-se o nitrogênio que no 4º ciclo apresentou a maior concentração foliar quando aplicou-se 86 kg de composto por planta e o cálcio e magnésio, que apresentaram maior concentração nas folhas com as duas maiores doses de composto.

No decorrer dos ciclos avaliados, os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro, ferro e manganês diminuíram, enquanto que o cálcio e o magnésio tiveram pequeno aumento nos teores foliares.

Os teores de potássio verificados nas folhas da bananeira 'Prata-Anã' em todos os anos avaliados encontravam-se abaixo dos padrões para a cultura no Estado de São

Paulo, mesmo assim as plantas não apresentaram sintomas de deficiência ou queda significativa de produção, inferindo-se que a faixa considerada como adequada para a cultura pode ser inferior aos padrões atualmente adotados no Estado de São Paulo (Raij et al., 1997).

No caso do potássio, os teores contidos nas folhas avaliadas do 5º ciclo não refletiram os aumentos observados no solo, uma vez que foi verificado neste ciclo teores médios no solo de $4,2 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, valor este muito acima do verificado no ciclo anterior ($0,7 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$) e nas folhas foi observado diminuição dos teores de potássio, como pode ser verificado na Tabela 14, passando de 28 para 22 g kg^{-1} do 4º para o 5º ciclo. Isso pode significar que o potássio, em parte, foi lixiviado, como pode ser observado na Tabela 11, onde os teores de potássio na camada de 20 a 40 cm de profundidade estava elevado, com valor médio de $2,6 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$. Outra possível ocorrência é que outra parte do potássio absorvido pelas raízes foi acumulado nas plantas filhas e no rizoma.

De maneira geral, os tratamentos não influenciaram significativamente os teores foliares de micronutrientes. Isso mostra que a concentração de micronutrientes em compostos orgânicos, em especial o utilizado neste trabalho, é relativamente baixa, sendo que em algumas situações é necessária a aplicação adicional de outros micronutrientes, como foi o que ocorreu com o boro, que foi complementado no 1º ciclo com aplicação de 10g de ácido bórico por planta.

A ordem de concentração foliar dos micronutrientes manteve-se a mesma para todos os ciclos ($\text{Mn} > \text{Fe} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu}$), com pequenas variações em seus teores médios.

Os teores foliares de cobre, ferro e manganês apresentaram-se adequados para a bananeira, como pode ser observado na Tabela 15, enquanto que os teores de zinco estavam abaixo da faixa considerada adequada (Raij et al., 1997).

Tabela 15: Teores médios de micronutrientes nas folhas de bananeira 'Prata-Anã' adubadas com doses de composto orgânico, no florescimento do 1º ao 5º ciclo (g kg⁻¹). Botucatu.

Ciclo Ano	Tratamentos	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
		----- g kg ⁻¹ -----				
1º 2003	T1: 0 kg composto/planta	46	8	172	1044	11
	T2: 43 kg composto/planta	56	7	183	1058	10
	T3: 86 kg composto/planta	63	7	199	1157	10
	T4: 129 kg composto/planta	54	8	164	1063	11
	T5: 172 kg composto/planta	51	7	194	997	11
	Médias	54 A	7 B	182 A	1064 A	11 D
	F (tratamentos)	0,98 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,30 ^{ns}	3,71 [*]
2º 2004	T1: 0 kg composto/planta	37	7	101	405	16
	T2: 43 kg composto/planta	40	7	107	471	15
	T3: 86 kg composto/planta	42	6	110	436	15
	T4: 129 kg composto/planta	58	6	112	574	14
	T5: 172 kg composto/planta	47	6	116	548	15
	Médias	45 B	6 C	109 B	487 B	15 B
	F (tratamentos)	3,11 [*]	1,91 ^{ns}	2,77 ^{ns}	2,03 ^{ns}	3,24 [*]
3º 2005	T1: 0 kg composto/planta	41	9	114	491	12
	T2: 43 kg composto/planta	44	8	120	476	12
	T3: 86 kg composto/planta	39	8	134	524	13
	T4: 129 kg composto/planta	41	8	132	544	13
	T5: 172 kg composto/planta	42	9	115	434	13
	Médias	41 B	8 B	123 B	494 B	13 C
	F (tratamentos)	0,75 ^{ns}	3,27 [*]	8,33 ^{**}	2,19 ^{ns}	2,14 ^{ns}
4º 2006	T1: 0 kg composto/planta	35	10	124	609	20
	T2: 43 kg composto/planta	39	8	96	944	20
	T3: 86 kg composto/planta	39	10	98	570	20
	T4: 129 kg composto/planta	45	11	128	441	21
	T5: 172 kg composto/planta	40	10	171	588	22
	Médias	40 B	10 A	123 B	631 B	20 A
	F (tratamentos)	1,32 ^{ns}	1,33 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,70 ^{ns}	1,65 ^{ns}
5º 2007	T1: 0 kg composto/planta	54	5	95	637	14
	T2: 43 kg composto/planta	40	5	94	370	16
	T3: 86 kg composto/planta	46	5	96	506	16
	T4: 129 kg composto/planta	38	5	95	534	14
	T5: 172 kg composto/planta	37	5	107	471	15
	Médias	43 B	5 D	97 B	504 B	15 B
	F (tratamentos)	6,57 ^{**}	0,91 ^{ns}	0,77 ^{ns}	1,86 ^{ns}	2,14 ^{ns}
	Padrão*	10 – 25	6 – 30	80 – 360	200 – 2000	20 – 50

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os ciclos.

* Fonte: Rajj et al., 1997.

O teor foliar de boro foi o único que se encontrou acima da faixa considerada adequada para a bananeira, que varia de 10 a 25 mg kg⁻¹, sendo que seus teores foliares médios foram 45 mg kg⁻¹; contudo, visualmente algumas plantas apresentaram folhas com sintomas característicos de sua deficiência. Dessa forma, para suprir as necessidades da planta com boro, realizou-se a aplicação de ácido bórico, na dose de 10g por planta, como é recomendado por Raij et al. (1997) em duas parcelas no 1º ciclo da cultura, sendo que esse boro aplicado pode ter sido acumulado nas plantas da família que o redistribuíram os ciclos seguintes, mantendo dessa forma seus teores foliares elevados. Pela Tabela 15 é possível se verificar que seus teores foliares tiveram redução do primeiro para os demais ciclos, partindo de um teor médio de 54 mg kg⁻¹ e chegando a um valor mínimo de 40 mg kg⁻¹ no 4º ciclo (2006).

Devido a essa suplementação de boro ao solo, nos ciclos subseqüentes, os teores foliares ficaram acima do padrão adequado para a cultura, sendo que as plantas apresentavam os seguintes teores foliares nos 2º, 3º, 4º e 5º ciclos: 45, 41, 40 e 43 mg kg⁻¹. No 5º ciclo, o boro foi o único micronutriente que mostrou resposta aos tratamentos aplicados em campo, onde houve queda linear com o aumento das doses de composto orgânico aplicado ($y = 0,0005x^2 - 0,1635x + 51,9148$; $R^2 = 0,6480$).

Pela Tabela 15 é possível observar que a mesma tendência de redução ocorrida nos teores foliares de boro repetiu-se para os teores foliares de ferro e manganês, que tiveram seus maiores valores encontrados nas folhas do 1º ciclo (2003), seguido de queda significativa no 2º ciclo (2004), e a partir deste ano, manteve-se estável até o 5º ciclo (2007).

Os teores foliares de cobre e zinco oscilaram durante os ciclos avaliados, sendo que seus maiores valores foram observados no 4º ciclo (2006) e os menores no 2º ciclo (2004) para o cobre e no 1º para o zinco (Tabela 15).

Nos 2º e 3º ciclos foi possível verificar que os teores de zinco estavam abaixo da faixa considerada ideal para a bananeira, porém sintomas de deficiência de zinco não foram observados nas plantas. No 4º ciclo, a adubação foi retomada e não mais foi observada a deficiência de zinco, indicando que o composto apresentava quantidade suficiente de zinco para suprir as necessidades da planta. Contudo, no 5º ciclo os teores foliares voltaram a ficar abaixo da faixa considerada adequada, com teores médios de 15, 13 e 15 mg kg⁻¹ nos 2º, 3º e 5º ciclos, respectivamente.

4.1.4. Parâmetros de crescimento de plantas

No primeiro ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' não foi observada a influência dos tratamentos (doses de composto orgânico) nos atributos de crescimento das plantas. A altura de plantas e a circunferência do pseudocaule, no momento do florescimento, apresentaram médias de 2,65m e 75,8cm, respectivamente.

No segundo ciclo de produção da bananeira 'Prata-Anã' não foram aplicados os tratamentos (doses de composto orgânico), objetivando diminuir os teores de potássio do solo, dessa forma os resultados encontrados nessa safra foram influenciados pelos tratamentos do ciclo anterior. Semelhantemente aos resultados encontrados na primeira colheita, no 2º ciclo não foram observadas diferenças significativas nas características de crescimento estudadas. Tanto a altura de plantas (3,46m) como a circunferência do pseudocaule (95,4cm) foram significativamente superiores no 2º ciclo quando comparados ao primeiro.

Da mesma forma como ocorreu nos dois ciclos anteriores, não foram observadas diferenças nas características de crescimento avaliadas no 3º ciclo, sendo que a altura média das plantas aumentou progressivamente a cada ciclo, apresentando como médias 2,65m; 3,46m; e 3,55m, nos 1º, 2º e 3º ciclos, respectivamente. Já a circunferência do pseudocaule teve aumento até a segunda geração de plantas, tendo um decréscimo na terceira safra, sendo os dados médios: 75,8cm; 95,6cm; e 88,5cm, respectivamente.

No 4º ciclo a adubação com uso de composto orgânico foi retomada visando avaliar sua influência no crescimento e produção de plantas. Semelhante ao ocorrido nos ciclos anteriores, os parâmetros de crescimento avaliados não mostraram diferenças em função das doses de composto orgânico aplicado (Tabela 16).

A altura média de plantas no 4º ciclo foi de 3,35m, valor este menor que o encontrado nos 2º e 3º ciclos (3,46m; e 3,55m), porém maior que no 1º ciclo (2,65m) e 5º ciclos (3,10m). Resultado semelhante foi observado para a circunferência do pseudocaule, onde no 4º ciclo as plantas apresentaram em média 85,4cm, sendo que no primeiro ciclo apresentaram 75,8cm; 95,4cm no segundo e 88,5cm no terceiro ciclo 78,9 no quinto.

Tabela 16: Valores médios de altura de plantas, circunferência de pseudocaule, número de folhas por planta e número de dias entre o florescimento e a colheita (D.A.F.) da bananeira 'Prata-Anã' adubada com doses de composto orgânico do 1º ao 5º ciclo de produção.

Ciclo		Altura de	Circunferência	Nº folhas	D.A.F.
Ano	Tratamentos	Plantas (m)	Pseudo.(cm)	por planta	
1º	T1: 0 kg composto/planta	2,71	76,4	18,3	166
	T2: 43 kg composto/planta	2,66	76,7	16,3	169
	T3: 86 kg composto/planta	2,69	76,3	16,9	167
	T4: 129 kg composto/planta	2,60	75,7	17,4	167
	T5: 172 kg composto/planta	2,61	74,1	18,2	163
Médias		2,65 D	75,8 C	17,4 A	166,96 BC
F (tratamentos)		0,96 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,22 ^{ns}	1,22 ^{ns}
2º	T1: 0 kg composto/planta	3,46	95,6	10,4	181
	T2: 43 kg composto/planta	3,42	94,8	10,2	184
	T3: 86 kg composto/planta	3,46	95,8	9,4	192
	T4: 129 kg composto/planta	3,46	94,1	10,3	193
	T5: 172 kg composto/planta	3,47	96,8	10,0	190
Médias		3,46 AB	95,4 A	10,1 B	188,44 A
F (tratamentos)		0,58 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,22 ^{ns}	4,06 ^{ns}
3º	T1: 0 kg composto/planta	3,67	93,4	8,0	165
	T2: 43 kg composto/planta	3,26	88,3	8,6	159
	T3: 86 kg composto/planta	3,60	88,0	9,6	161
	T4: 129 kg composto/planta	3,68	87,1	10,5	161
	T5: 172 kg composto/planta	3,54	85,7	10,5	167
Médias		3,55 A	88,5 B	9,2 B	163 C
F (tratamentos)		0,43 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,05 ^{ns}
4º	T1: 0 kg composto/planta	3,38	86,4	9,3	201
	T2: 43 kg composto/planta	3,30	84,2	8,3	177
	T3: 86 kg composto/planta	3,28	83,7	8,7	174
	T4: 129 kg composto/planta	3,37	84,8	10,4	170
	T5: 172 kg composto/planta	3,42	87,7	9,5	183
Médias		3,35 B	85,4 B	9,2 B	181 AB
F (tratamentos)		0,20 ^{ns}	0,18 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,58 ^{ns}
5º	T1: 0 kg composto/planta	3,11	77,2	8,4	145
	T2: 43 kg composto/planta	3,01	77,0	8,6	159
	T3: 86 kg composto/planta	3,07	77,0	8,4	152
	T4: 129 kg composto/planta	3,20	84,6	9,0	165
	T5: 172 kg composto/planta	3,09	79,0	10,6	168
Médias		3,10 C	78,9 C	9,0 B	158 C
F (tratamentos)		1,00 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,48 ^{ns}

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os ciclos.

A importância da avaliação da circunferência do pseudocaule é devido sua correlação positiva com as características de produção (Perez, 1972). O aumento da massa vegetal da planta durante a fase de desenvolvimento vegetativo leva ao aumento do diâmetro do pseudocaule, o que possivelmente explica a correlação entre diâmetro e rendimento da bananeira, como foi verificado por Iuchi et al. (1979) e Siqueira (1984). No presente trabalho é possível observar que a segunda safra foi a mais produtiva, onde o peso dos cachos foi o maior encontrado (17,05 kg) e nesta safra, também foram observados maiores valores para circunferência de pseudocaule (95,42 cm), mostrando correlação positiva entre esse dois parâmetros.

Pela Tabela 16 pode-se verificar que também não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos para o número de folhas em todos os ciclos estudados, apresentando como média 17,4 folhas por planta no primeiro ciclo, 10,1 folhas no segundo, 9,2 no terceiro, 9,2 no quarto e 9,0 folhas no quinto ciclo.

O número de folhas encontrado neste trabalho foi inferior ao relatado por Gomes (2004), que trabalhando com a cv. Prata-Anã, em condições semelhantes encontrou no primeiro ciclo 21 folhas por planta. Ao se considerar a produtividade obtida nos 5 ciclos, mesmo as plantas apresentando menor número de folhas, essa quantidade mostrou-se suficiente para obtenção de produções satisfatórias (26,18; 27,28; 22,46; 20,85 e 18,78 t.ha⁻¹).

O número de folhas no momento do florescimento nos 2º, 3º, 4º e 5º ciclos foi estatisticamente igual. Observou-se que o número de folhas sofreu uma queda em relação ao primeiro para os demais, onde a partir do segundo ciclo as plantas apresentaram em média 10,1; 9,2; 9,2 9,0 folhas por planta contrastando com o primeiro onde as plantas apresentaram 17,4 folhas por planta (Tabela 16). Essa queda no número de folhas mostra que plantas nutridas inadequadamente perdem mais rapidamente suas folhas, o que acarreta em perdas em produção, uma vez que as plantas do 2º e 3º ciclos não receberam as adubações.

O período entre o florescimento e a colheita também não foi influenciado pelos tratamentos aplicados, apresentando como médias 166, 188, 163, 181 e 158 dias nos 1º, 2º, 3º, 4º e 5º ciclos, respectivamente. Com os dados apresentados na Tabela 16 pode-se verificar que no segundo e quarto ciclos o período entre o florescimento e colheita foi o mais extenso, onde foram necessários 188 e 181 dias para a realização da colheita após o

florescimento, sendo que no ciclo seguinte esse período foi o mais curto, com média de 163 dias.

Segundo Silva et al. (2000), o menor período para atingir o florescimento e conseqüentemente a colheita está relacionado com a precocidade do genótipo, sendo considerada uma característica importante, especialmente sob o ponto de vista econômico, pois resulta na obtenção de ciclos sucessivos de produção em menor espaço de tempo, aumentando a produção e a produtividade.

4.1.5. Parâmetros de produção das plantas

4.1.5.1. Influência dos tratamentos nas características de produção

A maior parte dos parâmetros de produção avaliados do primeiro ao quinto ciclo das bananeiras 'Prata-Anã', tais como número de frutos por cacho, número de pencas por cacho e peso da 2ª penca não mostraram diferença significativa para os tratamentos aplicados, estando seus resultados apresentados na Tabela 17. Já o diâmetro dos frutos mostrou resposta aos tratamentos apenas no 2º ciclo, enquanto que o número de frutos na segunda penca e o comprimento de frutos mostrou diferença significativa entre os tratamentos na quarta safra e apenas no 5º ciclo o peso do cacho foi influenciado pelas doses de composto.

Diversos autores (Silva et al., 2003; Brasil et al., 2001; Guerra, 1986) comentam que a bananeira demora a responder à adubação aplicada, em especial à adubação potássica. Silva et al. (2003) só encontraram efeitos significativos para a aplicação de doses de potássio em bananeira 'Prata- anã' no 4º ciclo de produção, uma vez que o solo onde foi instalado o experimento apresentava teor de K acima de $5,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de 0 a 20 cm, valor este considerado alto. Nessas condições, a máxima produção estimada para o 4º ciclo foi alcançada com a aplicação de $962,5 \text{ kg de K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, o que promoveu um incremento de 11,2% na produção. Fato semelhante ocorreu no presente trabalho, onde no primeiro ciclo os teores de potássio na camada de 0 a 20 cm do solo estavam elevados ($4,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e as plantas não responderam significativamente aos tratamentos e somente no 5º ciclo o peso do cacho foi influenciado pela adubação, onde as plantas adubadas com as duas maiores doses de composto apresentaram os maiores pesos de cacho: 13,3 e 13,9 kg para as doses de 129 e 172 kg de composto por planta, o que corresponde a aplicação de 468,8 e 630,4 kg de $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, respectivamente.

Diferente do que ocorreu com os resultados encontrados por Silva et al. (2003), Brasil et al. (2001) trabalhando com doses de N e K em bananeira cv. Pioneira, não verificaram efeitos das doses de potássio empregadas sobre a produção no primeiro ciclo da cultura, mesmo com baixos teores deste nutriente no solo ($0,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Mesmo assim, no segundo ciclo, o referido autor obteve resposta positiva à adubação potássica na altura de plantas, diâmetro de pseudocaule, número de frutos por cacho, peso do cacho e peso de penca, sendo calculada a aplicação de 222 g de K_2O por planta para a obtenção do peso de cacho máximo.

No 2º ciclo (2004) o diâmetro dos frutos foi o único parâmetro avaliado que apresentou diferença, onde os frutos com maior diâmetro foram encontrados na testemunha (34,58mm), contudo, os frutos nessa segunda colheita apresentaram-se, em média, menores aos do ciclo anterior, possivelmente devido à não aplicação da adubação. Nos ciclos subseqüentes, o diâmetro dos frutos não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos.

No quarto ciclo verificou-se que o maior número de frutos na segunda penca foi encontrado na testemunha (15,8 frutos) e também com a aplicação da maior dose de composto (172 kg por planta), onde a segunda penca possuía em média 16,0 frutos. No entanto, os maiores frutos em comprimento foram encontrados com a aplicação de 129 kg de composto por planta, onde o comprimento médio foi de 16,59cm.

Após cinco ciclos de produção sob adubação orgânica, as doses de composto mostraram efeitos sobre a produção, contudo o peso da 2ª penca, o comprimento e o diâmetro dos frutos não foram influenciados pelos tratamentos estudados (Tabela 17). O peso de cachos, número de frutos por cacho, número de pencas por cacho e o número de frutos na 2ª penca mostraram resposta linear positiva em função do aumento das doses de composto aplicadas, como pode ser verificado nas figuras 17, 18, 19 e 20. De acordo com os resultados de produtividade obtidos e com as informações contidas na Tabela 17 e nas figuras 17 a 20 é possível inferir que a adubação com composto orgânico na maior dosagem foi eficiente para a produção da bananeira 'Prata-Anã', contudo verifica-se na Tabela 17 que o peso de cacho para as duas maiores doses foi significativamente semelhante e, por motivos econômicos, recomenda-se a aplicação da dose de 129 kg de composto por planta.

Tabela 17: Valores médios de peso de cacho, número de frutos por cacho, número de pencas por cacho, peso da 2ª penca, número de frutos na 2ª penca, comprimento e diâmetro de frutos de bananeira 'Prata-Anã', adubada com diferentes doses de composto orgânico do em 5 safras.

Ciclo Ano	Tratamentos	Peso cacho (kg)	Frutos/ cacho	Penca/ cacho	Peso 2ª penca (kg)	Frutos 2ª penca	Compr. fruto (cm)	Diâmetro fruto (mm)
1º	T1: 0 kg composto/planta	17,7	126,2	9,4	2,00	15,4	13,36	36,70
	T2: 43 kg composto/planta	16,2	122,2	9,0	2,05	15,8	13,08	36,64
	T3: 86 kg composto/planta	16,2	123,0	9,0	1,98	15,6	13,12	36,46
	T4: 129 kg composto/planta	15,3	120,6	9,2	1,92	15,8	12,82	35,96
	T5: 172 kg composto/planta	16,4	123,4	9,0	2,00	16,4	12,76	35,72
Médias		16,4 AB	123,0 CD	9,1 B	1,99 A	15,8 AB	13,02 AB	36,29 A
F (tratamentos)		0,83 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,61 ^{ns}
2º	T1: 0 kg composto/planta	19,9	163,2	11,0	2,04	17,2	13,36	34,58
	T2: 43 kg composto/planta	18,1	161,8	11,0	1,80	16,8	12,57	33,71
	T3: 86 kg composto/planta	15,1	158,2	10,4	1,53	16,6	12,23	31,10
	T4: 129 kg composto/planta	16,0	159,0	11,0	1,73	17,0	12,25	31,13
	T5: 172 kg composto/planta	16,1	146,6	10,8	1,59	17,6	11,99	32,41
Médias		17,1 A	157,7 AB	10,8 A	1,74 A	17,0 A	12,48 AB	32,59 BC
F (tratamentos)		1,38 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,64 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,54 ^{ns}	4,57*
3º	T1: 0 kg composto/planta	14,2	162,8	10,8	1,29	16,2	11,78	30,40
	T2: 43 kg composto/planta	12,8	149,0	10,6	1,12	15,4	11,71	30,27
	T3: 86 kg composto/planta	13,4	168,2	11,0	1,21	15,8	11,65	30,67
	T4: 129 kg composto/planta	14,9	157,4	10,8	1,31	16,8	11,99	32,10
	T5: 172 kg composto/planta	14,8	160,8	11,0	1,36	16,4	11,72	31,49
Médias		14,0 BC	159,6 A	10,8 A	1,26 B	16,1 A	11,77 B	30,99 C
F (tratamentos)		0,36 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,28 ^{ns}
4º	T1: 0 kg composto/planta	14,0	150,0	10,8	1,37	15,8	12,70	33,13
	T2: 43 kg composto/planta	10,9	124,6	9,2	1,08	14,0	13,14	32,81
	T3: 86 kg composto/planta	11,3	114,2	9,4	1,13	12,6	12,74	34,67
	T4: 129 kg composto/planta	13,7	138,8	10,0	1,37	15,4	16,59	33,83
	T5: 172 kg composto/planta	15,3	153,6	10,8	1,39	16,0	13,47	35,01
Médias		13,0 C	136,2 BC	10,0 A	1,27 B	14,7 BC	13,73 A	33,89 B
F (tratamentos)		1,53 ^{ns}	1,92*	1,56 ^{ns}	1,16 ^{ns}	2,29 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,80 ^{ns}
5º	T1: 0 kg composto/planta	9,1	92,2	8,2	0,95	13,0	12,96	34,12
	T2: 43 kg composto/planta	11,5	109,6	9,0	1,14	13,8	13,43	34,45
	T3: 86 kg composto/planta	10,9	103,6	8,8	1,03	13,0	13,41	34,97
	T4: 129 kg composto/planta	13,3	115,8	9,2	1,34	14,4	14,42	35,77
	T5: 172 kg composto/planta	13,9	139,8	10,2	1,14	15,4	14,41	33,43
Médias		11,7 C	112,2 D	9,0 B	1,12 B	13,9 C	13,73 A	34,55 AB
F (tratamentos)		3,77*	4,41*	3,38*	2,31 ^{ns}	2,81 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,29 ^{ns}

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os ciclos.

Guerra et al. (1986) conseguiram aumentos significativos na produção de banana com a aplicação de potássio a partir de 400 kg de $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$, enquanto que Brasil et al. (2001) obtiveram produção ótima da bananeira cv. Pioneira com aplicação de 370 e 270 kg de $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$, com aumentos de produção da ordem de 73 e 39%, no 2º e 3º ciclos, respectivamente. Manica et al. (1978) obtiveram resultados positivos com aplicação de 180 g de K_2O por planta, conseguindo aumento de produção da ordem de 37%.

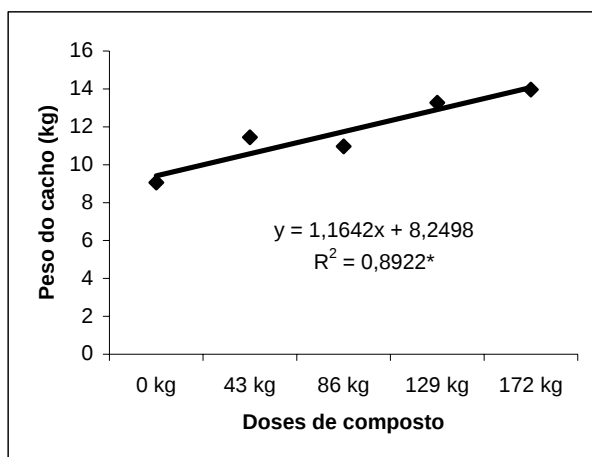


Figura 17: Peso de cachos do 5º ciclo de bananeira 'Prata-Anã'.

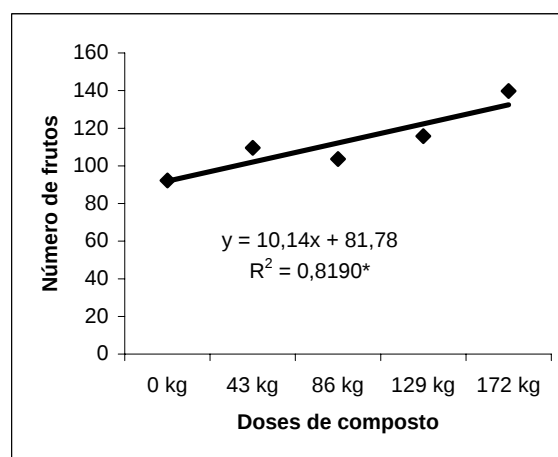


Figura 18: Número de frutos por cacho do 5º ciclo de bananeira 'Prata-Anã'.

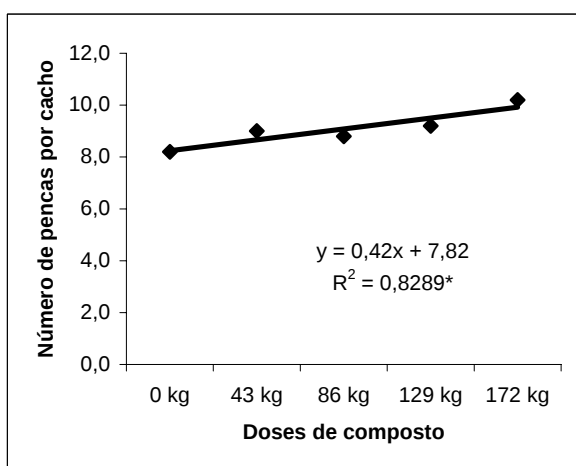


Figura 19: Número de pencas por cacho do 5º ciclo de bananeira 'Prata-Anã'.

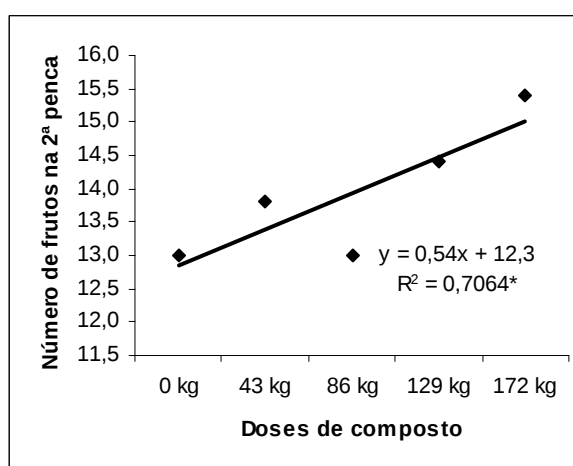


Figura 20: Número de frutos na 2ª penca do 5º ciclo de bananeira 'Prata-Anã'.

4.1.5.2. Variações das características de produção durante as safras

O peso médio do cacho teve uma elevação significativa do 1º para o 2º ciclo em função da adubação aplicada no 1º ciclo, que serviu como fonte de reserva de nutrientes para as plantas da família, passando de 16,36 kg para 17,05 kg. Contudo, no 3º ciclo houve um decréscimo significativo no peso dos cachos, provavelmente devido ao esgotamento das reservas de nutrientes do solo e da reserva das plantas da família, uma vez que não foi realizada a aplicação de nenhuma fonte de nutriente durante o 2º e 3º ciclos, sendo o peso médio dos cachos de 14,04 kg.

Mesmo retomada a adubação no 4º ciclo verificou-se que o peso médio dos cachos manteve-se em queda significativa (Tabela 17), sendo possivelmente causada pelo longo período em que as plantas não foram adubadas (2 ciclos) e, que mesmo retomando-se a adubação no 4º ciclo e o solo mostrar diferenças nos teores de nutrientes, não houve tempo hábil para que as plantas se recuperassem para expressar seu potencial produtivo. O peso médio de cachos no 4º ciclo foi de 13,03 kg, valor esse abaixo de todos os ciclos anteriores (16,4 kg; 17,06 kg; e 14,05 kg para o 1º, 2º e 3º ciclos, respectivamente).

No último ano de avaliação (5º ciclo) verificou-se peso médio de cachos foi de 11,74 kg, valores esses significativamente iguais ao do ciclo anterior, porém menores que em todos os anos anteriores. Em função da retomada da adubação no 4º e 5º ciclos, esperava-se que o peso dos cachos aumentassem, contudo esse fato não foi observado possivelmente pela idade avançada do bananal. Mesmo assim o peso de cacho encontrado em quase todos os ciclos foi superior aos encontrados por outros autores. Gomes (2004), Rodrigues et al (2001) e Pereira et al. (2001), trabalhando com o cv. Prata-Anã encontraram peso médio de cacho de 10,45 kg; 12,49 kg e 11,10 kg, respectivamente.

Com os dados médios de peso de cacho e com a densidade de 1600 plantas por hectare determinou-se a produtividade média para todos os anos avaliados, que apresentaram produtividades de 26,18; 27,28; 22,46; 20,85 e 18,78 t.ha⁻¹, valores esses superiores à média do país, que foi de 14,06 t.ha⁻¹ no ano de 2006 (FAO, 2006).

Tanto para o número médio de frutos por cacho como para o número de pencas por cacho, houve um aumento significativo do 1º para o 2º ciclo. O número de pencas por cacho manteve-se estável até o 4º ciclo (Tabela 17), e no último ano de avaliação (5º ciclo) verificou-se queda significativa para 9,08 pencas. Rodrigues et al. (2002) obteve 8,6

pencas por cacho, número esse inferior aos encontrados em todos os ciclos avaliados neste trabalho.

O número de frutos por cacho sofreu aumento significativo até o 3º ciclo (2005), sendo os valores médios de 123,0; 157,7 e 159,6 frutos por cacho nos anos de 2003, 2004 e 2005, respectivamente. No 4º ciclo o número médio de frutos por cacho passou a 136,2 e em 2007 a 112,2, valores esses significativamente menores que dos anos anteriores porém superiores aos reportados por Pereira et al. (2001), cuja quantidade por cacho foi de 103 frutos.

O peso médio da segunda penca mostrou-se superior nos 1º e 2º ciclos (1,99 e 1,74 kg), uma vez que apresentava maior número de frutos, bem como maior comprimento e diâmetro de frutos em suas pencas. A partir do 3º ciclo verificou-se queda significativa no peso da segunda penca, que se manteve estável até o 5º ciclo, onde os pesos médios foram de 1,26; 1,27 e 1,12 kg (3º, 4º e 5º ciclos, respectivamente). Rodrigues et al. (2002) determinaram o peso médio da segunda penca de banana 'Prata-Anã' de 1,68 kg, valor este inferior aos encontrados nas duas primeiras safras, porém superior às demais.

O número médio de frutos na segunda penca não acompanhou a mesma tendência do peso da segunda penca, apresentando médias de 15,8 frutos no 1º ciclo; 17,0 frutos no 2º ciclo; 16,1 frutos no 3º ciclo; 14,7 frutos no 4º ciclo e 13,9 frutos no 5º ciclo (Tabela 17).

O tamanho dos frutos avaliados pelas mensurações do comprimento e do diâmetro, apresentou tendência de diminuição com a supressão de nutrientes ao solo, apresentando como médias nos 1º / 2º / 3º ciclos: 13,02 cm; 36,29 mm / 12,48 cm; 32,59 mm / 11,77 cm; 30,99 mm, para comprimento e diâmetro, respectivamente. A partir da retomada na adubação das plantas, verificou-se resposta significativa no tamanho dos frutos, onde o comprimento aumentou para 13,73 cm nos 4º e 5º ciclos e o diâmetro aumentou para 33,89 mm no 4º ciclo e para 34,55 mm no 5º ciclo, como pode ser observado na Tabela 17. Diante desses resultados observados para comprimento e diâmetro de frutos é possível inferir que a adubação empregada é altamente influente nessas duas características.

Com relação ao comprimento dos frutos, estes são semelhantes aos encontrados por Rodrigues et al. (2001) e superiores os verificados por Guerra (2001), que obteve frutos com comprimento de 10 cm. O diâmetro médio dos frutos da segunda penca em

quase todos os anos foram superiores aos observados por Rodrigues et al. (2001), que obtiveram frutos com diâmetro médio de 32 mm. A questão de diâmetro de frutos é bastante variável, pois este é um dos fatores que determinam o ponto ideal de colheita, dependendo do destino que se pretende dar aos frutos, onde normalmente frutos para consumo local são colhidos com diâmetros maiores, enquanto que frutos para serem transportados à distâncias maiores são colhidos mais verdes (diâmetro menor). Os frutos da variedade Prata-Anã são classificados como de 1ª qualidade quando possuem diâmetro superior a 32 mm.

4.1.6. Qualidade dos frutos

A partir do 4º ciclo de produção, no qual as plantas em campo voltaram a receber os tratamentos de adubação com composto orgânico, seus frutos produzidos foram avaliados quanto às suas características qualitativas, das quais se incluem análises físicas (textura), físico-químicas (sólidos solúveis – SST) e químicas (pH, acidez, amido e teor de potássio).

Todas as análises de qualidade de frutos foram realizadas apenas no dia da colheita, uma vez que apenas no momento da colheita os frutos apresentavam-se nas mesmas condições de maturação. Nas Figuras 21 e 22 pode-se observar como se apresentava a 2ª penca no momento da colheita.



Figuras 21: Pencas após a colheita.



Figuras 22: Frutos da 2ª penca.

Nas propriedades físicas dos frutos, indicada pela textura, que mostra o grau de firmeza dos frutos, os tratamentos não influenciaram significativamente em nenhum dos ciclos avaliados, sendo que os frutos apresentaram textura média de 831 e 946 gf para o 4º

e 5º ciclo respectivamente (Tabela 18). Contudo, verificou-se maior firmeza dos frutos do 5º ciclo em relação aos do 4º ciclo; possivelmente em razão do grau de maturação em que os frutos foram colhidos, onde no 5º ciclo, esses foram colhidos mais verdes e, portanto, mais firmes.

Com os altos valores de textura determinados nos frutos para os dois ciclos, pode-se verificar que ainda estavam verdes, porém já apresentavam calibre para ser colhidos. Após a colheita, no processo de amadurecimento, os frutos rapidamente tornam-se mais macios e, segundo Cerqueira et al. (2002), quando maduros, apresentam valores médios de firmeza em torno de 22,4 gf.

Tabela 18: Valores médios de textura, sólidos solúveis (SS), pH, acidez (AT), amido e teores de potássio (K) de frutos de bananeira 'Prata-Anã' no 4º e 5º ciclo de produção.

Ciclo	Tratamentos	Textura (gf)	SS (°Brix)	pH	AT (g 100g ⁻¹)	Amido (%)	Teor de K (g kg ⁻¹)
4º ciclo 2006	T1: 0 kg composto/planta	876	3,86	5,63	0,14	48,2	18
	T2: 43 kg composto/planta	714	3,83	5,28	0,21	45,3	15
	T3: 86 kg composto/planta	891	3,62	5,67	0,15	53,0	16
	T4: 129 kg composto/planta	853	3,76	5,68	0,14	53,1	18
	T5: 172 kg composto/planta	822	4,05	5,74	0,16	49,4	17
Médias		831 B	3,82 A	5,60 A	0,16 A	49,8 A	17 B
F (tratamentos)		1,17 ^{ns}	0,11 ^{ns}	2,06 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,48 ^{ns}	9,84 [*]
5º ciclo 2007	T1: 0 kg composto/planta	944	3,82	5,83	0,14	31,8	19
	T2: 43 kg composto/planta	895	3,10	5,65	0,14	34,8	20
	T3: 86 kg composto/planta	997	3,62	5,78	0,17	32,2	21
	T4: 129 kg composto/planta	976	4,24	5,59	0,19	43,2	20
	T5: 172 kg composto/planta	919	4,20	5,63	0,18	38,4	20
Médias		946 A	3,80 A	5,70 A	0,16 A	36,1 B	20 A
F (tratamentos)		0,11 ^{ns}	0,99 [*]	0,69 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,80 ^{ns}

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os ciclos.

O teor de sólidos solúveis dos frutos produzidos no 4º ciclo não responderam à adubação aplicada no campo, apresentando teor médio de 3,82 °Brix, teor esse significativamente igual ao 5º ciclo (3,80 °Brix). Contudo, nesse ciclo os frutos mostraram resposta significativa para os teores de sólidos solúveis onde a partir da dose de 86 kg de composto por planta, apresentaram valores mais elevados. Isso indica que a adubação orgânica melhorou a qualidade organoléptica dos frutos, podendo ser observado na figura 23 aumento

linear nos teores de sólidos solúveis em função das doses crescentes de potássio. Essa elevação nos teores de sólidos solúveis também foi observada por Vadivel & Shanmugavelv (1978), citados por Moreira (1987), que verificaram aumento no teor dos sólidos solúveis da bananeira cv. Robusta com doses crescentes de K_2O .

Também se pode observar que os teores de sólidos solúveis apresentavam-se muito baixo (em média 3,81 °Brix), uma vez o que os frutos foram colhidos verdes, porém como a banana é uma fruta climatérica, no processo de amadurecimento, esses teores tendem a aumentar (Chitarra & Chitarra, 1990). Cerqueira et al. (2002) e Ribeiro (1998) determinaram valores médios de sólidos solúveis totais para frutos maduros de bananeira de 23,42 °Brix.

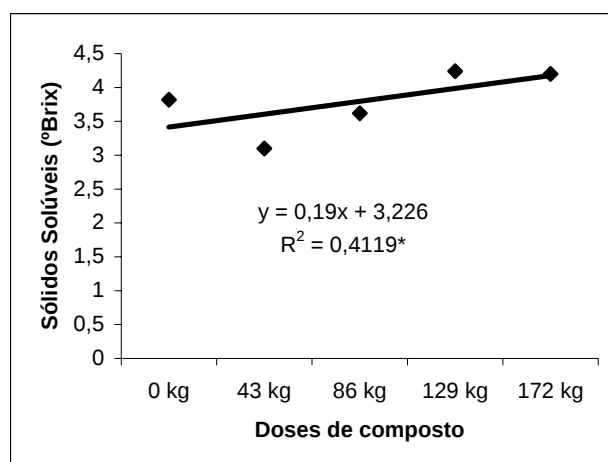


Figura 23: Teor de sólidos solúveis em frutos

Como pode ser observado na Tabela 18 tanto para o 4º como no 5º ciclo, os tratamentos de campo não causaram efeitos significativos nos valores de pH, apresentando como médias 5,60 e 5,70, respectivamente. Esses valores de pH estão muito próximos aos determinados por Damatto Junior (2005), que encontrou 5,61 como sendo o valor médio de pH para a mesma variedade, porém estes valores estão acima dos encontrados por Soto Ballesterio (1992), que cita que o pH em frutos de bananeira varia entre 4,2 a 4,8.

Os frutos dos 4º e 5º ciclos apresentaram teores médios de acidez significativamente iguais ($0,16 \text{ g.100g}^{-1}$), sendo que em ambos os ciclos os frutos não mostraram resposta significativa aos tratamentos. Estes valores estão próximos aos 0,13

g.100g⁻¹ encontrados por Damatto Junior (2005). Contudo, esses valores tendem a aumentar com o amadurecimento dos frutos.

De acordo com Bleinroth (1995), Fernandes et al. (1979) e Rossignoli (1983), a acidez em frutos de bananeira varia de 0,17% a 0,67%, desta forma, observou-se que os valores encontrados no experimento estão um pouco abaixo do encontrado por esses autores. Isso pode estar relacionado ao ponto de maturação em que os frutos foram colhidos, pois Matsuura et al. (2002) determinaram acidez nos frutos maduros de banana que variou de 0,52 a 0,64%.

Nos dois ciclos avaliados os tratamentos não tiveram influência sobre os teores de amido nos frutos (Tabela 18). Contudo, é possível verificar diferença no teor médio de amido nos frutos entre os ciclos, onde os frutos colhidos no 5º ciclo apresentaram menor teor de amido (36,1%), porém considerado elevado, como já era esperado, uma vez que a banana é um fruto rico em amido. No 4º ciclo os teores de amido foram mais elevados (49,8%) do que no ciclo seguinte, sendo essa diferença possivelmente causada pelo ponto de colheita, que pode ter variado de um ano para outro.

De acordo com Marriott (1980) e Palmer (1971), a polpa de frutos verdes de banana apresenta entre 20 e 25% de amido, sendo que em aproximadamente uma semana, período do processo de maturação, este amido é hidrolisado quase que completamente, de tal modo que a polpa da banana madura passa a ter entre 1 e 2% de amido.

Embora a adubação aplicada fosse referente à doses crescentes de potássio, no 4º ciclo os frutos apresentaram resposta aos tratamentos, porém não de forma crescente aos tratamentos. Como pode ser observado na Tabela 18 o maior teor de potássio foi verificado nos frutos das plantas adubadas com as doses de 129 e 172 kg de composto por planta, o que já era esperado, em função da maior quantidade de potássio aplicada para esses tratamentos. Contudo para os frutos do tratamento testemunha, que não recebeu adubação, apresentaram teores de potássio significativamente iguais, o que não era esperado, uma vez que não se aplicou composto orgânico. Já no 5º ciclo, os frutos das plantas que não receberam adubação mostraram o menor teor de potássio (Tabela 18). Esperava-se que as doses crescentes de composto orgânico aplicado ao solo influenciariam nos teores de potássio nos frutos de forma crescente, porém não foi detectado este efeito, possivelmente porque as

plantas e conseqüentemente os frutos tiveram suas necessidades supridas a partir das reservas do solo ou mesmo que o potássio absorvido tenha sido distribuído para outras partes da planta.

Os teores médios de potássio nos frutos do 5º ciclo foram superiores aos do 4º ciclo (Tabela 18), uma vez que as adubações foram retomadas a partir do 4º ciclo, havendo portanto, mais tempo de acúmulo de potássio nas plantas da família que foi distribuído aos frutos do 5º ciclo, contudo não houve variação significativa nos teores de potássio nos frutos em função dos tratamentos.

4.1.7. Mineralização do composto orgânico

No decorrer do período em que o composto orgânico confinado nos saquinhos permaneceu nas condições experimentais, observaram-se alterações nos teores de nutrientes nas épocas de coleta, indicando que houve liberação de nutrientes deste material (Tabela 19).

Tabela 19: Matéria seca (MS) e quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio no composto orgânico enterrados em solo cultivado com bananeiras (Botucatu/SP, fevereiro/2007).

Coletas (dias)	MS g	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C
			----- mg -----		
1ª) 08/03/2006 (0)	30,00 a	973 a	585 a	695 a	11524 ab
2ª) 30/03/2006 (22)	29,10 ab	807 b	459 ab	166 b	11885 a
3ª) 22/04/2006 (45)	28,34 b	857 b	480 ab	168 b	11858 a
4ª) 06/06/2006 (90)	26,13 c	976 a	361 b	65 c	10734 b
5ª) 21/07/2006 (135)	25,92 c	791 b	284 b	41 c	9465 c
Médias	27,90	881	434	267	11093
CV (%)	2,33	6,54	24,68	17,67	4,59

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A quantidade de matéria seca sofreu redução no decorrer do período avaliado (135 dias), onde a quantidade inicial era de 30,00 g/saquinho e na última coleta foi de 25,92 g/saquinho, sendo esta perda na quantidade de matéria seca atribuída a decomposição do composto. Como pode ser observado na Figura 24 ocorreu uma redução linear no peso da matéria seca do composto ($y = -1,113x + 31,237$; $R^2 = 0,9459^*$).

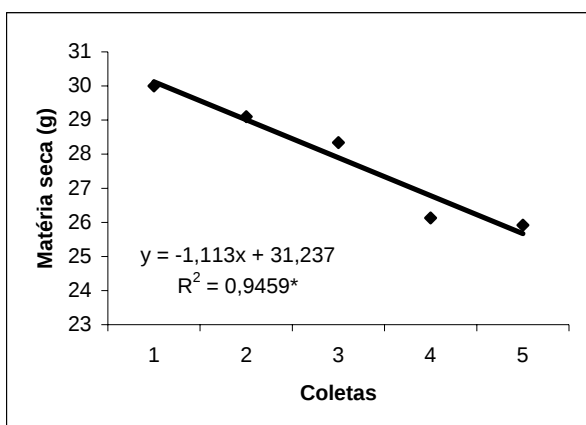


Figura 24: Comportamento da MS do composto orgânico ao longo do período de decomposição

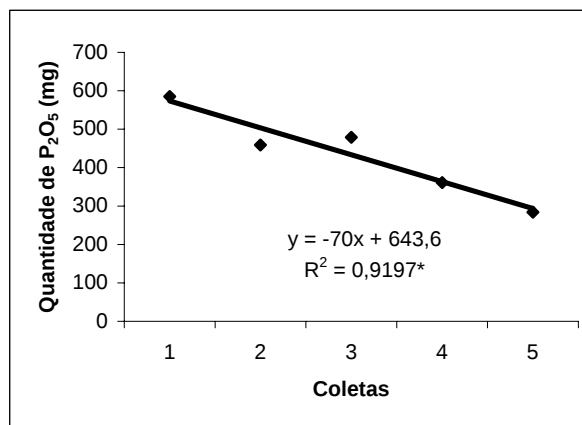


Figura 25: Quantidade de fósforo no composto orgânico ao longo do período de decomposição

Com os dados de matéria seca, pode-se verificar que a decomposição da matéria orgânica foi baixa no período avaliado (13,6%). Tal fato pode estar relacionado a diversos fatores, como material de origem do composto, que pode demorar mais tempo para degradar e liberar os nutrientes, como é o caso de materiais lenhosos que demoram mais para se decompor. A serragem de madeira é um material rico em celulose e lignina, que apresentam estrutura de difícil decomposição pela população microbiana do solo (Villas Bôas et al., 2004), além disso, Inoko (1982) cita que na decomposição de resíduos de madeira ocorre liberação de algumas substâncias fenólicas dentre outros compostos, que podem influenciar nessa decomposição. Hoffmann et al. (2001) verificaram que o tempo de decomposição médio dos esterco animais é diferente, sendo que o esterco bovino se decompõe completamente em cerca 2,5 anos.

Outra hipótese é que o tecido em que foram confeccionados os saquinhos acabou dificultando a degradação desse composto, impedindo que as raízes pudessem entrar em contato direto com o material, considerando que as raízes poderiam auxiliar na decomposição do composto, por meio da liberação de exudatos. O próprio confinamento do material dentro de uma pequena área (saquinhos) pode ter dificultado a degradação do composto, uma vez que a superfície para a ação dos microorganismos é menor do que se o material estivesse espalhado.

Quanto aos nutrientes verificou-se que os teores de nitrogênio e carbono sofreram redução significativa no período estudado, contudo tiveram baixa variação

em seus teores no período avaliado, onde o nitrogênio apresentou redução de 18,7% e o carbono de 17,7%, que acompanharam os resultados de matéria fresca, mais uma vez demonstrando que houve baixa decomposição do material orgânico (Tabela 19).

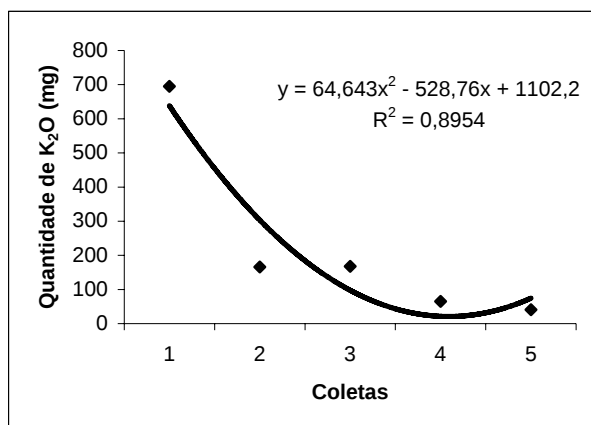


Figura 26: Quantidade de potássio no composto orgânico ao longo do período de decomposição

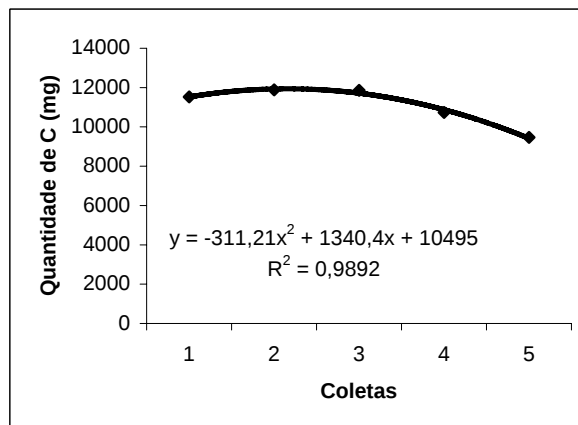


Figura 27: Quantidade de carbono no composto orgânico ao longo do período de decomposição

Os teores de fósforo variaram no decorrer do período avaliado, sofrendo uma redução de 51,5%, como pode ser observado na Figura 25 ($y = -70x + 643,6$; $R^2 = 0,9197$), enquanto que o potássio foi o nutriente que apresentou maior liberação nesse período (94,1%), concordando com resultados obtidos por Damatto Junior et al. (2005), onde verificaram que cerca de 80% do potássio contido em composto orgânico foi liberado nos primeiros 30 dias, assim sendo é possível inferir que o potássio é um elemento que é liberado facilmente de materiais orgânicos, uma vez que este nutriente não se encontra ligado a nenhuma estrutura orgânica.

Com os resultados obtidos de liberação de nutrientes do composto orgânico utilizado foi possível verificar que o nitrogênio teve sua liberação mais lenta, como já foi verificado por diversos autores (Bartz et al., 1995; Campo Dall'Orto et al., 1996; Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989), enquanto que o potássio teve sua liberação rápida (76% em 22 dias) após a adubação, o que evidencia a importância do parcelamento da adubação orgânica quando se pretende suprir as necessidades da planta com potássio, que no caso da bananeira, bem como a grande parte das plantas frutíferas, é o nutriente exigido em maiores quantidades. Este fato reforça que mesmo a aplicação orgânica

necessita ser parcelada para evitar perdas por lixiviação.

4.1.8. Quantidade de nutrientes na bananeira

Inicialmente foi determinada a massa seca e em seguida os teores de N, P, K, Ca e Mg de cada parte da planta (pseudocaule, folhas e cacho), os quais posteriormente foram somados para se obter o valor de cada planta da família (planta colhida e planta com inflorescência) de cada tratamento. Na Tabela 20 encontram-se a massa seca total das plantas em cada tratamento, onde pode-se observar que os tratamentos influenciaram significativamente na massa seca da planta mãe, na filha e consequentemente na família.

Tabela 20: Massa seca do cacho e de plantas de bananeira 'Prata-Anã' adubadas com composto orgânico no 5º ciclo de produção (kg) e porcentagem correspondente do total.

Tratamentos	Cacho	Planta mãe	Planta Filha	Família	Peso Total
	----- Kg planta ⁻¹ -----				
T1: 0 kg composto/planta	2,26 (23,8%)	5,84 (61,4%)	1,41 (14,8%)	7,24	9,51 (100%)
T2: 43 kg composto/planta	2,86 (21,6%)	7,64 (57,7%)	2,73 (20,7%)	10,37	13,23 (100%)
T3: 86 kg composto/planta	2,74 (20,5%)	7,37 (55,2%)	3,28 (24,6%)	10,65	13,35 (100%)
T4: 129 kg composto/planta	3,32 (20,3%)	10,80 (65,9%)	2,26 (13,8%)	13,06	16,38 (100%)
T5: 172 kg composto/planta	3,49 (20,7%)	11,02 (65,5%)	2,32 (13,8%)	13,34	16,83 (100%)
Médias	2,94	8,38	2,36	10,75	13,77
F (tratamentos)	3,91*	6,75**	4,08*	5,58**	-

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior acúmulo de massa seca nos cachos foi encontrado nas plantas que receberam as duas maiores doses de composto, apresentando em média 3,32 e 3,49 kg de matéria seca. Isso mostra que a adubação orgânica aplicada foi importante para o enchimento dos frutos.

Nas plantas mãe também foi verificado que o maior acúmulo de matéria seca ocorreu para as plantas adubadas com as duas maiores doses de composto (129 e 172 kg), enquanto que o menor acúmulo foi detectado nas plantas que não receberam os tratamentos (Tabela 20), o que comprova que o acúmulo de matéria seca está diretamente relacionado com a nutrição.

Diferentemente das plantas mãe, as filhas apresentaram o maior acúmulo de massa seca em plantas adubadas com a dose de 86 kg de composto por planta. Contudo, quando se avaliou toda a família, ou seja, planta mãe e filha juntas, foi verificado o

mesmo comportamento observado para as plantas mãe, onde ocorreu menor acúmulo de massa seca nas plantas da testemunha e o maior nas plantas que receberam as duas maiores doses de composto, mostrando resposta linear positiva ($y = -0,0002x^2 + 0,0303x + 1,5457$; $R^2 0,73$).

De acordo com Busquet (2006) ao final do ciclo total da planta, o cacho completo (frutos, engaço e botão floral) representa em média valores próximos a 40% de toda massa seca da planta. A massa restante da planta ficaria imobilizada momentaneamente nos diferentes órgãos vegetativos da planta, podendo ser reaproveitada pelas plantas filhas, nos próximos ciclos, a partir do corte e exposição sobre o solo em função da velocidade de decomposição deste material vegetal.

Neste trabalho o cacho corresponde em média a 21% do peso seco total da família, enquanto que a planta mãe a 61% e a planta filha a pouco mais de 17% (Tabela 20). Dessa forma, é possível deduzir que pouco mais de 20% dos nutrientes são exportados dos bananais com as colheitas, uma vez que todos os restos culturais permanecem no bananal e que após sua decomposição liberam nutrientes para o solo.

Pela Figura 28 é possível verificar aumento linear da massa seca das plantas mãe em função do incremento de composto orgânico, enquanto que as plantas filha tiveram resposta quadrática aos tratamentos (Figura 29). Contudo, era esperado que as plantas filhas apresentassem o mesmo comportamento que as mães, fato não observado possivelmente pela desuniformidade em que se encontravam os filhotes, em função da época de emissão e seleção dos perfilhos.

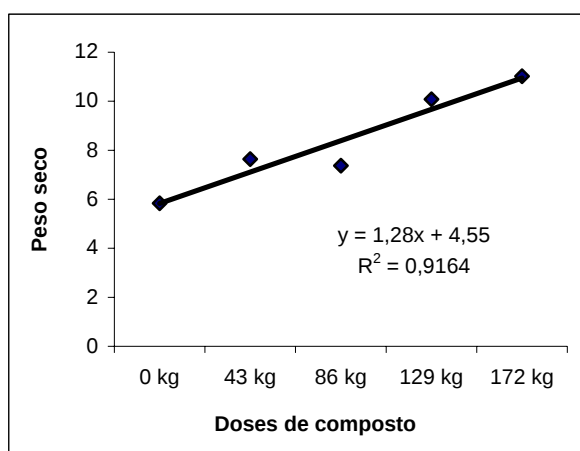


Figura 28: Massa seca da planta mãe em função de doses de composto

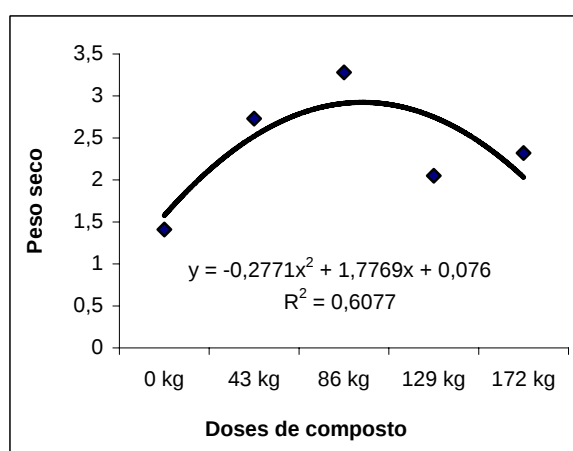


Figura 29: Massa seca da planta filha em função de doses de composto

Pela Tabela 21 verificou-se que a quantidade de nutrientes nas plantas mãe da bananeira `Prata-Anã´ foi influenciada significativamente, onde todos os nutrientes avaliados mostraram aumento linear em função das doses de composto aplicado, acompanhando o mesmo comportamento da massa seca das plantas mãe. Mais uma vez é possível verificar que o composto orgânico aplicado para adubação das bananeiras é um excelente fornecedor de nutrientes.

Tabela 21: Quantidade de macronutrientes encontrados em plantas mãe de bananeira `Prata-Anã´ adubadas com composto orgânico no 5º ciclo de produção.

Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	----- g -----					
T1: 0 kg composto/planta	42	7	171	45	27	5
T2: 43 kg composto/planta	53	12	317	79	33	7
T3: 86 kg composto/planta	59	10	236	82	36	6
T4: 129 kg composto/planta	87	14	438	113	49	9
T5: 172 kg composto/planta	81	15	342	117	50	8
Médias	64	12	301	87	39	7
F (tratamentos)	6,20**	1,74 ^{ns}	4,36*	7,20*	3,44 ^{ns}	3,80*

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com os resultados obtidos da quantidade de nutrientes contidos nas plantas mãe da bananeira foram ajustadas equações de regressão, as quais estão apresentadas a seguir:

$$N: y = 11,25x + 30,51; R^2 = 0,8744$$

$$P: y = 1,79x + 3,13; R^2 = 0,7937$$

$$K: y = 46,36x + 161,68; R^2 = 0,5128$$

$$Ca: y = 17,80x + 37,70; R^2 = 0,9213$$

$$Mg: y = 6,12x + 20,45; R^2 = 0,9268$$

$$S: y = 0,82x + 4,45; R^2 = 0,5855$$

A quantidade de nitrogênio e enxofre presentes nas plantas filha da bananeira `Prata-Anã´ não mostraram resposta significativa aos tratamentos, apresentando média de 53 e 4 g, respectivamente (Tabela 22).

Na Tabela 22 está apresentada a quantidade de nutrientes contida nas plantas filha da bananeira, que apresentaram comportamento semelhante à massa seca de planta, ou seja, resposta quadrática aos tratamentos, para as quantidades de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, com pode ser verificado nas equações a seguir:

$$P: y = -0,57x^2 + 3,61x - 0,15; R^2 = 0,5811$$

$$K: y = -18,06x^2 + 115,79x - 35,32; R^2 = 0,6232$$

$$Ca: y = -2,14x^2 + 14,24x - 2,81; R^2 = 0,7271$$

$$Mg: y = -1,05x^2 + 6,48x - 0,27; R^2 = 0,5871$$

Tabela 22: Quantidade de macronutrientes encontrados em plantas filha de bananeira `Prata-Anã` adubadas com composto orgânico no 5º ciclo de produção.

Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	----- g -----					
T1: 0 kg composto/planta	17	3	53	9	5	1
T2: 43 kg composto/planta	35	5	134	16	9	3
T3: 86 kg composto/planta	38	7	176	23	11	3
T4: 129 kg composto/planta	22	4	95	15	6	2
T5: 172 kg composto/planta	31	4	110	16	7	3
Médias	29	4	113	16	8	2
F (tratamentos)	4,40*	10,49**	8,80**	3,04*	7,04*	2,72 ^{ns}

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 23: Quantidade de macronutrientes encontrados nas famílias (plantas mãe e filha) de bananeira `Prata-Anã` adubadas com composto orgânico no 5º ciclo de produção.

Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	----- g -----					
T1: 0 kg composto/planta	59	10	224	54	32	6
T2: 43 kg composto/planta	88	17	451	95	42	10
T3: 86 kg composto/planta	97	17	412	105	47	9
T4: 129 kg composto/planta	109	18	533	128	55	11
T5: 172 kg composto/planta	112	19	452	133	57	11
Médias	93	16	414	103	47	9
F (tratamentos)	4,69*	4,64*	7,20**	9,43**	4,54*	3,83*

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os macronutrientes contidos na família da bananeira (plantas mãe e filha) apresentaram o mesmo comportamento verificado para a massa seca da família e da

quantidade de nutrientes contidos nas plantas mãe. Assim sendo, foi observado ajuste linear nas quantidades de todos os nutrientes avaliados em função das doses de composto orgânico aplicado na adubação (Tabela 23).

4.1.9. Decomposição dos restos culturais

No ultimo ciclo de produção foram coletadas amostras de folhas de cinco plantas da bordadura do experimento, onde foram acondicionados limbo foliar com nervuras em sacos de nylon (0,30 x 0,30 cm) num período de dois meses, durante os quais foram realizadas pesagens semanais desse material. Como pode ser observado na Tabela 24 o peso seco médio das folhas no início das avaliações era de 10,4g e ao final desse período era de 2,7g, o que corresponde a uma perda de 74% de matéria seca, inferindo que quase $\frac{3}{4}$ das folhas se decompuseram em aproximadamente dois meses.

Tabela 24: Massa seca e quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas e pseudocaule de bananeira em decomposição.

Parte amostrada	Peso Seco	Qtd N	Qtd P	Qtd K
	g	-----	mg -----	-----
Folha inicio	10,4	216,1	17,8	206,5
Folha final	2,7	49,4	5,2	23,3
Pseudocaule inicio	368,9	1327,3	588,0	11908,1
Pseudocaule final central	207,2	983,4	480,4	8971,8
Pseudocaule final extremidade	178,0	989,3	514,2	7814,2

Dos pseudocauls, foi retirada uma amostra de 1 metro de comprimento da parte central que foi mantida em condições de campo (bananal). De uma duplicata desta amostra foi retirada uma fatia de 20cm da parte central e outra de 20cm de uma das extremidades do pseudocaule para se determinar a porcentagem de matéria seca e o teor de nutrientes presente nas mesmas.

Na instalação do experimento, o peso úmido médio dessa amostra de 20cm de pseudocaule foi de 3531g, sendo que esse material apresentava umidade média de 89,5%, o que corresponde a 368,9g de amostra seca (Tabela 24). Após dois meses desse material nas condições de campo, ao finalizar as avaliações, o peso médio dessas amostras decresceram, passando a 207,2g para a porção central e 178,0g para as extremidades e o teor médio de umidade apresentado por esse material era de 90,6%.

Como pode ser observado na Tabela 24 a quantidade inicial de nitrogênio nas amostras de folha era de 216,1mg e após os 2 meses reduziu para 49,4mg, o que corresponde a uma perda de 77%. Para o fósforo foi verificada uma perda de 71% nos teores foliares, passando de 17,8mg para 5,2mg (Tabela 24). O potássio apresentou a maior liberação das folhas (89%), onde a quantidade inicial era de 206,5mg e reduziu para 23,3mg após dois meses no bananal.

Para as amostras de pseudocaule a liberação de nutrientes foi menor que a observada nas folhas, sendo que em média apenas $\frac{1}{4}$ dos nutrientes foram liberado no período de dois meses.

O nitrogênio apresentou baixa liberação de nutrientes do pseudocaule quando comparado com as folhas, sendo que as médias foram de 26 e 25% para a parte central e ponta do pseudocaule, respectivamente. Enquanto que o fósforo mostrou-se o nutriente com menor velocidade de liberação, com médias de 18% para a parte central e 13% nas extremidades, contudo esperava-se que nas extremidades essa liberação fosse superior à parte central.

Com a mesma tendência observada nas folhas de maior velocidade de liberação, o potássio no pseudocaule foi o nutriente que apresentou maior liberação nesses dois meses em campo, passando de 11908mg para 8972 e 7814mg na parte central e na extremidade, respectivamente, o que corresponde a uma liberação de 25 e 34%.

A maior liberação de nitrogênio e potássio na extremidade do pseudocaule já era esperada, uma vez que a decomposição inicia-se nas extremidades, seguindo para a parte central. Com esses dados pode-se sugerir que esse material, quando deixado para decomposição no meio do bananal, pode ser picado em porções menores ou mesmo triturado para facilitar a decomposição e aumentar a velocidade de liberação de nutrientes.

Diante dos resultados observados nesse trabalho, apresentados na Tabela 24, evidencia-se que os restos culturais quando mantidos em campo são excelentes fontes de nutrientes e que a liberação desses nutrientes é relativamente rápida para as folhas, sendo que em apenas dois meses mais de $\frac{3}{4}$ dos nutrientes foram liberados para o solo, favorecendo a ciclagem de nutrientes, enquanto que para o pseudocaule essa liberação é mais lenta. Essa liberação mais lenta dos restos de pseudocaule também tem seu lado vantajoso,

pois os nutrientes fornecidos inicialmente (dois ou três primeiros meses) viriam das folhas e em longo prazo, viriam dos pseudocaules.

4.2 Experimentos realizados nas Ilhas Canárias - Espanha

4.2.1. Cultivo de bananas em diferentes áreas na ilha de Tenerife

A título informativo, nas Tabelas 25, 26 e 27 estão apresentados os valores médios dos dados de caracterização de plantas, produção e qualidade de frutos coletados em três diferentes regiões da Ilha de Tenerife, de três cultivares de importância local.

Pelos dados coletados em campo é possível observar na Tabela 25 que a altura média das plantas foi de 2,62m, sendo que as plantas de porte mais elevado, da cultivar Gran Enana, não passam dos 3,18m, isso porque em Canárias seleciona-se cultivares de porte baixo, que podem ser empregadas tanto no cultivo ao ar livre como em ambiente protegido, além de facilitar a colheita dos cachos. Também é importante que o diâmetro do pseudocaule seja elevado, pois os ventos que ocorrem na ilha podem causar grandes prejuízos, assim sendo, essa parte da planta, que dará sustentação à parte aérea e ao cacho, precisa ser grossa e firme.

Tabela 25: Caracterização de plantas e produção de bananeiras produzidas em diferentes regiões de Tenerife, Espanha.

Área (cultivar)	Altura (m)	Diam. Pseu. (cm)	Peso Cacho (kg)	Produtividade (t.ha ⁻¹)	Nº Pencas
C. Forestal (Gruesa)	2,36	91,6	46,00*	92,0	13,2
C. Polvo (Gran Enana)	3,18	82,4	41,90	100,6	12,8
C. Polvo(Gruesa)	2,45	88,6	41,26	99,0	13,4
H. Melleque (Laja)	2,49	85,2	42,00	107,7	13,0
Média	2,62	86,9	42,79	99,8	13,1

*dados fornecidos pelo produtor.

O diâmetro médio do pseudocaule encontrado foi de 86,9 cm, contudo verifica-se que a cultivar Gruesa na duas áreas em que estava cultivada apresentou os maiores valores, devido a sua característica genética de apresentar maior grossura de pseudocaule, fato esse ao qual se deve o nome da cultivar (Cabrera Cabrera & Galán Saúco, 2006).

Com dados fornecidos pelo produtor, o peso médio dos cachos na

propriedade Canaria Forestal é de 46,0 kg, valor esse acima dos encontrados nas outras áreas avaliadas, contudo a produtividade média é inferior às demais (92,0 t.ha⁻¹), uma vez que se adota um espaçamento maior. Como pode ser observado na Tabela 25, as produtividades médias nas outras áreas são superiores, mesmo apresentando peso médio de cacho inferior, devido adotarem uma densidade de plantas maior. O peso médio dos cachos determinados entre as áreas foi de 42,79 kg, o que gera uma produtividade média de 99,8 t.ha⁻¹, valor este considerado elevado. Cabrera Cabrera & Galán Saúco (2005) avaliando a cultivar Gruesa na região norte e sul de Tenerife encontraram produtividades que variaram desde 64,1 até 101,7 t.ha⁻¹. Já o número de pencas por cacho não variou nas áreas e cultivares avaliadas, apresentando em média 13 pencas por cacho.

Conforme determinado geneticamente, o número de dedos na segunda penca superior é maior que na inferior, sendo que nas áreas e variedades avaliadas esse número foi de 23,2 dedos, em média, na penca superior e 17,5 dedos na inferior, valores esse semelhantes aos encontrados por Cabrera Cabrera & Galán Saúco (2006) estudando as mesmas cultivares. Da mesma maneira, pode-se observar na Tabela 26 que o comprimento dos frutos da segunda penca superior (22,6 cm) foi maior que na inferior (18,6 cm), com pouca variabilidade nos seus valores.

Tabela 26: Caracterização de frutos de bananas cultivadas em diferentes regiões de Tenerife, Espanha.

Área (cultivar)	Dedos 2 ^a Sup.	Compr. Sup. (cm)	Diam. Sup. (mm)	Dedos 2 ^a Inf.	Compr. Inf. (cm)	Diam. Inf. (mm)
C. Forestal (Gruesa)	23,2	22,8	35	17,8	18,6	34
C. Polvo (Gran Enana)	21,6	23,9	35	17,0	18,9	33
C. Polvo (Gruesa)	23,6	22,3	36	17,8	18,8	34
H. Melleque (Laja)	24,6	21,4	34	17,6	18,2	33
Média	23,2	22,6	35	17,5	18,6	33

O diâmetro do fruto é um indicativo prático do grau de maturidade dos frutos, sendo que muito produtores empregam esse parâmetro para determinar o ponto de colheita, que no caso dos produtores canários, os mesmos realizam a colheita quando os frutos apresentam em média 34 mm. Na Tabela 26 é possível verificar que houve pouca variabilidade nos valores de diâmetro dos frutos, uma vez que a colheita foi realizada apenas quando os frutos atingiram um determinado diâmetro (34 a 36 mm). Os frutos colhidos apresentavam em

média 35 mm de diâmetro na segunda penca superior e 33 mm na inferior, valores esses considerados adequados para colheita.

Segundo informa a ASPROCAN (2008), as bananeiras cultivadas em Canárias produzem um fruto característico, que se trata de uma banana pequena, com variações de tamanho dentre as variedades, amarela e com pintas; apresenta forma alargada e pele de cor amarela, com a qual, dependendo da variedade, indica o grau de maturação do fruto, segundo sua intensidade. A polpa apresenta cor branca tendendo ao amarelo. Com relação ao seu valor nutritivo são ricas em potássio, ferro, magnésio e vitamina B6; e contém quantidades menos relevantes de carboidratos, sacarose e outros açúcares solúveis.

Na Tabela 27 estão apresentados os resultados da análise química de frutos onde é possível verificar que mesmo em diferentes áreas e com distintas cultivares, essas características sofreram pouca variação. O pH das amostras de frutos apresentou média de 5,76, valores esses semelhantes aos encontrados por Damatto Junior (2005), que encontrou pH de 5,61, porém acima dos encontrados por Soto Ballester (1992), que cita o pH em frutos de bananeira varia 4,2 a 4,8. A acidez média foi de 0,10 g.100g⁻¹, valores esses também próximos aos encontrados por Damatto Junior (2005); contudo, esses valores tendem a aumentar com o amadurecimento dos frutos.

Tabela 27: Características pós-colheita de bananas cultivadas em diferentes regiões de Tenerife, Espanha.

Área (cultivar)	pH	Acidez (g.100g ⁻¹)	SS (°Brix)	Amido (%)
C. Forestal (Gruesa)	5,82	0,12	2,72	37,02
C. Polvo (Gran Enana)	5,63	0,10	2,72	42,46
C. Polvo (Gruesa)	5,74	0,08	2,36	33,12
H. Melleque (Laja)	5,87	0,09	1,66	44,00
Média	5,76	0,10	2,36	39,15

Os sólidos solúveis apresentaram maior variabilidade dentre os atributos avaliados, onde as plantas da cultivar Laja em Hoya Meleque apresentaram os menores teores (1,66 °Brix), sendo que o teor médio encontrado foi de 2,36 °Brix. Observa-se que os teores de sólidos solúveis apresentavam-se muito baixo, mas como a banana é uma

fruta climatérica, no processo de amadurecimento, esses teores tendem a aumentar (Chitarra & Chitarra, 1990).

Os teores de amido determinados no momento da colheita estavam elevados (39,15%), como já era esperado, uma vez que a banana é um fruto rico em amido e que no processo de maturação o converte a açúcares, de tal modo que a polpa da banana madura passa a ter entre 1 e 2% de amido.

Diante dos dados observados é possível verificar que as plantas da cv. Gran Enana apresentam maior altura e que a cv. Gruesa e esta última, apresenta maior espessura de pseudocaule. Também se pode inferir que dentre as áreas e cultivares estudadas não houve grande variabilidade nos atributos físicos dos frutos. A produtividade média encontrada foi de 99,8 t.ha⁻¹, valor este considerado elevado.

4.2.2. Qualidade de frutos das bananeiras Gran Enana e Gruesa sob diferentes coberturas de estufa

Para o estudo da qualidade de frutos das bananeiras `Gran Enana` e `Gruesa` inicialmente procedeu-se uma avaliação dos teores nutricionais foliares das plantas, onde verificou-se que os teores de fósforo na massa seca foliar foi o único atributo que diferiu entre cultivares, onde a `Gruesa` apresentou teores de 1,6 g kg⁻¹ e a `Gran Enana` 1,0 g kg⁻¹. Os outros nutrientes não apresentaram diferenças entre variedades (Tabela 28).

As coberturas de estufa influenciaram os teores foliares de fósforo e magnésio, onde as plantas da cultivar Gran Enana cultivadas sob a malha branca e na malha de 16 x 10 mesh mostraram um maior teor de fósforo (1,7 g kg⁻¹). Os níveis mais elevados de magnésio (8,0 g kg⁻¹) foram encontrados em plantas cultivadas na parcela coberta com Celloclim e sob a malha e de 16 x 10 mesh.

No momento da floração, a ordem de concentração de nutrientes foi: K> N> Ca> Mg> P (21> 20> 16> 4,5> 1,3 g kg⁻¹). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Damatto Junior et al. (2006). Exceto para o cálcio, os teores foliares dos outros nutrientes apresentaram abaixo dos obtidos pelo mesmo autor, que foram os seguintes: 23> 22> 11> 4,6> 1,6 g kg⁻¹, respectivamente. Os teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio também foram mais baixos que os padrões nutricionais recomendados no Estado de São Paulo

(Raij et al. 1997). No entanto, estas plantas não mostram sintomas de deficiência e os teores de cálcio e magnésio estavam acima desse nível considerado adequado.

Tabela 28: Teores de macronutrientes em folhas das bananeiras 'Gruesa' e 'Gran Enana' produzidas sob diferentes coberturas de estufa em Tenerife, Espanha.

Cultivares	Coberturas	N	P	K	Ca	Mg
Gran Enana	Celloclim	18	0,1 c	20	16	8,0 a
	Malha 20x10	20	0,6 b	26	14	6,0 ab
	Malha branca	22	1,7 a	24	12	2,0 b
	Malha 16x10	20	1,7 a	18	20	8,0 a
Média		20 A	1,0 B	22 A	15 A	6,0 A
Gruesa	Celloclim	20	1,6	18	18	6,0
	Malha 20x10	20	1,9	20	16	2,0
	Malha branca	18	1,5	24	14	2,0
	Malha 16x10	18	1,6	20	16	4,0
Média		19 A	1,6 A	21 A	16 A	3,5 A
CV (%)		16,22	23,64	28,75	23,30	95,30

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as coberturas e letras maiúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as cultivares.

Como se pode verificar na Tabela 29, nem as coberturas de estufa nem mesmo as cultivares influenciaram significativamente os teores foliares de micronutrientes, que apresentou a seguinte ordem de concentração: Mn> Na> Fe> Zn> Cu (512> 84> 62> 16> 3 mg dm⁻³).

Tabela 29: Teores foliares de micronutrientes das bananeiras 'Gruesa' e 'Gran Enana' produzidas sob diferentes coberturas de estufa em Tenerife, Espanha.

Cultivares	Coberturas	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Gran Enana	Celloclim	66	52	409	17	3
	Malha 20x10	102	56	487	15	2
	Malha branca	74	75	480	16	4
	Malha 16x10	84	56	517	13	2
Média		82 A	60 A	473 A	15 A	3 A
CV (%)		80	56 a	396	17	4
Gruesa	Celloclim	116	97 b	411	15	6
	Malha 20x10	61	53 a	807	16	2
	Malha branca	86	49 a	587	15	2
	Malha 16x10	86 A	64 A	550 A	16 A	4 A
Média		56,33	27,33	61,44	21,11	72,43

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as coberturas e letras maiúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as cultivares.

Os resultados das análises químicas de frutas estão apresentados na Tabela 30, onde é possível observar que mesmo sob diferentes coberturas de estufa e com distintas cultivares, essas características tiveram pouca variabilidade, não sendo observadas diferenças significativas.

Tabela 30: Caracterização de frutos de bananas 'Gruesa' e 'Gran Enana' produzidas sob diferentes coberturas de estufa em Tenerife, Espanha.

Cultivares	Coberturas	Amido (%)	SS (°Brix)	pH	Acidez(g.100g ⁻¹)
Gran Enana	Celloclim	30,32	2,44	5,56	0,10
	Malha de 20x10	41,12	2,52	5,53	0,10
	Malha branca	43,76	2,28	5,54	0,11
	Malha de 16x10	36,40	2,56	5,53	0,10
Média		37,90 A	2,45 A	5,54 A	0,10 A
CV (%)		13,00	25,32	2,16	9,59
Gruesa	Celloclim	34,70	2,12	5,63	0,09
	Malha de 20x10	41,44	2,12	5,54	0,09
	Malha branca	45,34	2,72	5,45	0,10
	Malha de 16x10	44,06	2,64	5,46	0,10
Média		41,38 A	2,40 A	5,52 A	0,09 A
CV (%)		9,99	25,32	4,50	15,88

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as coberturas e letras maiúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as cultivares.

O teor médio de amido, determinado no momento da colheita estava elevado, com valores médios de 37,90% para a cultivar Gran Enana e 41,38% para a Gruesa. Estes níveis mais elevados de amido na colheita já eram esperados, uma vez que banana é uma fruta rica em amido e que no processo de maturação quase todo esse amido é convertido em açúcares, restando baixa porcentagem nos frutos, que gira em torno de 1 a 2% (Cerqueira et al., 2002).

Para os sólidos solúveis os tratamentos também não mostraram resposta, apresentado um teor médio de 2,45 °Brix para 'Gran Enana' e 2,40 °Brix para 'Gruesa'. No momento da colheita já era esperado baixos níveis de sólidos solúveis nos frutos, uma vez que a banana é uma fruta climatérica e que no processo amadurecendo, estes níveis tendem a aumentar (Chitarra & Chitarra, 1990).

Os valores médios de pH nos frutos foi 5,53, semelhante ao encontrado por Damatto Junior (2005) trabalhando com a cultivar Prata-Anã, onde determinou pH de 5,61

para os frutos, contudo, estes valores estão acima aos encontrados por Soto Ballesteros (1992), que diz que o pH em frutos de banana varia 4,2 a 4,8. A acidez média determinada neste trabalho foi de 0,10 g.100g⁻¹, valor este também próximos aos valores encontrados em Damatto Junior (2005).

Nas condições de avaliação verificou-se que a maioria dos nutrientes na massa seca foliar não responderam aos tratamentos de campo (coberturas de estufa e cultivares) e os atributos de qualidade dos frutos também não mostraram diferenças entre os tratamentos, sendo que os frutos apresentavam em média 37,90% de amido para a cultivar Gran Enana e 41,38% para Gruesa. Os valores médio de sólidos solúveis, pH e acidez determinados foram 2,43 °Brix, 5,53 e 0,10 g.100g⁻¹, respectivamente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação orgânica proveniente da compostagem promoveu incrementos no pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, soma de bases, CTC e saturação por bases do solo cultivado com bananeira, sendo portanto boa fornecedora de nutrientes ao solo e consequentemente às plantas.

Nas avaliações realizadas tanto no 2º como no 3º ciclo de produção da bananeira, a aplicação de composto orgânico proporcionou efeito significativo em quase todos os atributos, mostrando resposta linear crescente em função das doses de composto para pH, M.O., Ca, SB, CTC e V%, enquanto que o potássio e o magnésio não foram influenciados pelos tratamentos. Nesses dois ciclos, os teores de micronutrientes não mostraram diferença significativa à adubação orgânica, porém a partir do 4º ciclo alguns micronutrientes tiveram variação em seus teores no solo.

Diante dos resultados obtidos nos atributos químicos do solo durante o 4º ciclo, indica-se como a melhor dose de composto a que fornecia 86 kg por planta, uma vez que com essa dose foi verificado o maior teor de potássio no solo, nutriente este, o mais requerido pela bananeira.

Na primeira coleta de solo do 5º ciclo apenas o fósforo e o potássio mostraram diferenças significativas em função da adubação aplicada no solo na camada de 0 a 20cm, enquanto que na segunda coleta houve elevação nos teores da maioria dos nutrientes, bem como dos demais atributos químicos do solo em função das doses crescentes de composto orgânico.

Mesmo sendo observadas alterações em alguns atributos químicos do solo, a maior parte dos macronutrientes presentes nas folhas da bananeira `Prata-Anã` não foram influenciados pelo incremento de doses de composto orgânico, excetuando-se o nitrogênio que no 4º ciclo apresentou a maior concentração foliar quando aplicou-se 86 kg de composto por planta e o cálcio e magnésio, que apresentaram maior concentração nas folhas com as duas maiores doses de composto.

No decorrer dos ciclos avaliados, os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro, ferro e manganês diminuíram, enquanto que o cálcio e o magnésio aumentaram nas plantas.

O potássio, que é o elemento requerido em maiores quantidades pelas bananeiras não apresentou resposta aos tratamentos de adubação orgânica aplicada, sendo que os seus teores médios nas folhas foram de 29 g kg⁻¹, teor este bastante abaixo da faixa considerada adequada para a cultura no Estado de São Paulo (35 a 54 g kg⁻¹), mesmo assim as plantas não apresentaram sintomas de deficiência ou queda significativa de produção, inferindo-se que a faixa considerada como adequada para a cultura pode ser inferior aos padrões atualmente adotados para a cultura.

Os tratamentos não geraram alterações significativas nos teores de micronutrientes do solo e conseqüentemente nem nas folhas da bananeira, onde apresentaram a seguinte ordem de concentração: Mn>Fe>B>Zn>Cu. Contudo, excetuando-se o zinco, os teores foliares dos demais micronutrientes estavam adequados para a cultura, indicando que o composto aplicado ou mesmo as reservas do solo foram eficazes para suprir as necessidades das bananeiras com os principais micronutrientes.

Tanto para as avaliações dos frutos produzidos com adubação orgânica em Botucatu, como para dos frutos de das duas cultivares testadas sob diferentes coberturas de estufa na Espanha, os atributos de qualidade dos frutos não responderam aos tratamentos aplicados em campo, o que leva a crer que estes tratamentos pouco influenciam na caracterização físico-química de frutos de banana.

6 CONCLUSÕES

Diante das melhorias observadas no solo, como manutenção do pH dentro de uma faixa adequada, elevação nos teores da matéria orgânica, do fósforo e do cálcio no solo, bem como da soma de bases, CTC e saturação por bases, recomenda-se aplicação de doses a partir de 86 kg de composto por planta, o que representa a aplicação de 197 g de K_2O por planta.

O teor de potássio nas folhas não variou em função da adubação orgânica aplicada, com as folhas apresentando em média 29 g kg^{-1} , teor este bastante abaixo da faixa considerada adequada, sem contudo, demonstrar sintomas de deficiência ou mesmo queda significativa de produção, inferindo-se que a faixa considerada como adequada para a cultura pode ser inferior aos padrões atualmente adotados para a cultivar.

As doses de composto orgânico aplicadas como fonte de adubação não causaram alterações nos atributos de crescimento das plantas de bananeira 'Prata-Anã'. Contudo, em função dos ciclos avaliados foi possível observar queda no número de folhas a partir do segundo ciclo e alterações na altura de plantas e circunferência do pseudocaule.

As doses de K_2O oscilaram entre zero e 394 g por planta, os cachos com peso mais elevado foram obtidos com as duas maiores quantidades aplicadas, o que indica a recomendação da dose de 129 kg de composto por planta, que fornece 290,5 g de K_2O por planta.

Alguns atributos de qualidade dos frutos mostraram pouca resposta à adubação orgânica; contudo, foi possível verificar no 5º ciclo que os frutos que não receberam

adubação apresentaram os menores teores de potássio nos frutos quando comparados aos que receberam.

Nas avaliações de degradação da matéria orgânica e liberação de nutrientes do composto orgânico verificou-se baixa degradação da matéria seca, bem como pequena diminuição das quantidades de nitrogênio, o que indica que esse composto não sofreu boa decomposição no período de 135 dias, podendo-se concluir que a decomposição deste material se dá ao longo do tempo.

O potássio contido no composto orgânico mostrou alta taxa de liberação em um curto intervalo de tempo, diferindo dos demais nutrientes, que necessitam de mais tempo para serem liberados, o que indica o parcelamento da adubação orgânica.

Doses crescentes de adubo orgânico promoveram maior acúmulo de massa seca nas plantas da bananeira `Prata-Anã` e conseqüentemente maior quantidade de nutrientes contidos nestas plantas, sendo possível concluir que o composto orgânico empregado para as adubações foi um excelente fornecedor de nutrientes.

A decomposição de restos culturais da bananeira é relativamente rápida, sendo que no período de dois meses 74% da massa seca das folhas foi degradada, enquanto que para o pseudocaule essa taxa é menor (em média 52%).

A liberação de nutrientes das folhas da bananeira foi elevada, correspondendo a 77% da quantidade de nitrogênio, 71% do fósforo e 89% do potássio contido nas folhas.

Houve liberação de 26%, 13% e 34% das quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio nas extremidades dos restos de pseudocaule, enquanto que na parte central essa liberação foi menor 25%, 18% e 25%, respectivamente.

Em função de todos os parâmetros estudados, é possível, utilizando apenas composto orgânico, nutrir e produzir banana `Prata-Anã` e ao mesmo tempo melhorar os atributos químicos do solo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2001. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2001. 492p.

AGRIANUAL 2006. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2006. 504p.

ALVES, E.J. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2ed., rev. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1999. 585p.

A.O.A.C. - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists*. 15. ed., 1970, v.1.

ASPROCAN - Asociación de Organizaciones de Productores de Plátanos de Canarias. “Producción de Plátanos de Canarias Comercializados”, 2008. Disponível em: <www.platanodecanarias.net/esp/asprocan/asprocan.html>. Acesso em: 10 mai. 2008.

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. Experimentação Agrícola. Funep. Jaboticabal. 247p. 1992.

BARTZ, H.R. (Coord.) et al. Recomendações de adubação e calagem para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3ed. Passo Fundo: SBCS-núcleo Regional Sul, 1995. 224p.

BATAGLIA, O.C. & SANTOS, W.R. Diagnose foliar: estado nutricional de plantas perenes, avaliação e monitoramento. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, n.96, 2001.

BLEINROTH, E. W. Matéria-Prima. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Banana - Matéria-Prima, processamento e aspectos econômicos**. 2.ed. Campinas: ITAL, p.133-196, 1995.

BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G. Nutrição Calagem e Adubação. In: CORDEIRO, Z.J.M. **Banana. Produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.47-59. (Frutas do Brasil; 1).

BORGES, A.L.; SILVA, S.O. Extração de macronutrientes por cultivares de banana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.17, n.1, p.57-66, 1995.

BRASIL, E.C.; OEIRAS, A.H.L.; MENEZES, A.J.E.A. de; VELOSO, C.A.C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2407-2414, 2001.

BUSQUET, R. N. B. **Análise de crescimento, fenologia e acumulação de nutrientes de quatro genótipos de bananeira no Estado do Rio de Janeiro**. 2006. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia / Produção Vegetal). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CABRERA CABRERA, J. & GALÁN SAÚCO, V. Evaluación de selecciones locales de ‘Pequeña Enana’ (*Musa acuminata* Colla AAA, subgrupo Cavendish) en las Islas Canarias. In: ACORBAT – Reunión Internacional ACORBAT, XVII, 2006, Joinville, Brasil. 2006. p. 468-471.

CABRERA CABRERA & GALÁN SAÚCO, V. Evaluation of the banana cultivars Zelig, Grande Naine and Gruesa under different environmental conditions in the Canary Islands. **Fruits**, n.60 v.6, p.1-13, 2005.

CAMPO DALL’ORTO, F.A. et al. Frutas de clima temperado II: Figo, maçã, marmelo, pêra e pêssego em pomar compacto. In: RAIJ, B. van. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Fundação Instituto Agrônômico (IAC), 1996, p.139-140.

CARVALHO, J.G. de; PAULA, M.B. de; NOGUEIRA, F.D. Nutrição e adubação da bananeira. A cultura da bananeira. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, n.133, p. 20-32, 1986.

CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado – Estação Experimental “Presidente Médici”. **Boletim Científico – Faculdade de Ciências Agrônômicas**, v.1, p.1-95, 1983.

CERQUEIRA, R.C.; SILVA, S.de O.; MEDINA, V.M. Características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeira (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.654-657, 2002.

CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

CINTRA, F.L.D. Manejo e conservação do solo em bananais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.10, n.1, p. 65-73, 1988.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 4. aproximação. Lavras, 1989. 176p.

CORDEIRO, Z.J.M. Introdução. In: **Banana. Produção**: aspectos técnicos. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.9. (Frutas do Brasil; 1).

CORDEIRO, Z.J.M. Doenças. In: ALVES, E.J. **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2ed., rev. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1999. p353-408.

CORDEIRO, Z.J.M. Sistema de produção de banana para o Estado do Pará. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaPara/importancia.htm>> acesso: 15 janeiro 2007.

CUNHA, A.R.; KLOSOWSKI, E.S.; GALVANI, E.; SCOBEDO, J.F.; MARTINS, D. Classificação climática para o município de Botucatu-SP, segundo Koppen. In: SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA, 1., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP-FCA, 1999. p.487-491.

DAMATTO JUNIOR, E.R.; BÔAS, R.L.V.; LEONEL, S.; FERNANDES, D.M. Avaliação nutricional em folhas de bananeira ‘prata anã’ adubadas com composto orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.109-112, 2006.

DAMATTO JUNIOR, E.R.; BÔAS, R.L.V.; SILVA, F.A. DE M.; FERNANDES, D.M. Liberação de nutrientes de composto orgânico num solo cultivado com bananeiras. In: BARBOSA, O.A. **Avances em Ingenieria Agrícola 2003-2005**, 2005, p.185-189.

DAMATTO JUNIOR, E.R. **Efeitos da adubação com composto orgânico na fertilidade do solo, desenvolvimento, produção e qualidade de frutos de bananeira ‘Prata-Anã’ (Musa AAB)**. 2005. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

DELVAUX, B. Soils. In: GOWEN, S. (Ed.) **Bananas and plantains**. London: Chapman & Hall, 1995. p.230-57.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SOLOS, 1999. 412p.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 30 junho 2008.

FERNANDES, K. M.; CARVALHO, V. D. de; CAL-VIDAL, J. Physical changes during ripening of silver bananas. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, n.4, p.1254-1255, 1979.

FREITAS, E.R. Sistema orgânico de produção: sustentabilidade para a agricultura familiar. Secretaria de Agricultura e Abastecimento / Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada/Departamento de Comunicação e Treinamento, 2001. 3p. (Folder técnico).

GALÁN SAÚCO, V. & CABRERA CABRERA, J. Cultivo bajo invernadero. In: GALVÁN FERNÁNDEZ, D. & HERNÁNDEZ DELGADO, P.M. (Eds.). **Actividades del ICIA**. p. 11-20, 2002.

GALÁN SAÚCO, V. & CABRERA CABRERA, J. El cultivo del plátano (Banano, *Musa acuminata* Colla AAA, subgrupo Cavendish) en las Islas Canarias. In: ACORBAT – Reunión Internacional ACORBAT, XVII, 2006, Joinville, Brasil. 2006. p. 289- 301.

GALÁN SAÚCO, V.; CABRERA CABRERA, J.; HERNÁNDEZ DELGADO; P.M.; RODRÍGUES PASTOR, M.C. Comparison of protected and open-air cultivation of Grand Naine and Dwarf Cavendish banana. **Acta Horticulture**, n. 490, p. 247-259, 1998.

GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B.; MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata*), cultivar nanicão. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.24, n.1, p.70-79, 1972.

GOBIERNO DE CANARIAS. Disponível em: <www.gobiernodecanarias.org>. Acesso em: 10 ago. 2007, 19:53.

GOMES, E.M. **Crescimento e produção de bananeiras ‘prata anã’ e ‘maçã’ fertirrigadas com potássio**, 2003. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia / Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

GOMES, T.C. de A.; SILVA, J.A.M. e; SILVA, M.S.L. da; TUMELERO, V. Carbono orgânico, biomassa microbiana e nitrogênio em um solo cultivado com videira irrigada, sob sistema de manejo orgânico e convencional. In: XV CONGRESO LATINOAMERICANO Y V CUBANO DE LA CIÊNCIA DEL SUELO, 2001. Cuba, **Anais...** Cuba, 2001.

GUERRA, A.G. **Fertirrigação com nitrogênio e potássio utilizando sistema de irrigação por microaspersão na cultura da bananeira ‘Prata-Anã’**. 2001. 69f. Tese (Doutorado em Agronomia / Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

GUERRA, M.P.; PEDROTTI, E.L.; REIS, M.S.; FERRARI, D.L. Resposta da bananeira ‘Branca’ (Grupo AAB) a diferentes níveis de nitrogênio e potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULURA, 8., 1986, Brasília. **Anais...**Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.59-64.

HEWITT, C.W. Leaf analysis as a guide to the nutrition of bananas. **Empire Journal of Experimental Agriculture**, London, v.23, n.89, p.11-16, 1955.

HIROCE, R.; CARVALHO, A.M. de; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; SANTOS, R.R. dos & GALLO, J.R. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. **Bragantia**, v.36, n.14, p.155-164, 1977.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B.; MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 86, p. 263-275, 2001.

HOYT, P.B.; TURNER, R.C. Effect of organic materials added to very acid soils on pH, aluminum, exchangeable NH_4 and crop yields. **Soil Science**, v.119, p.227-37, 1975.

HUNTER, D.J.; YAPA, L.G.G.; HUE, N.V.; EAQUB, M. Comparative effects of green manure and lime on the growth of sweet corn and chemical properties of an acid oxisol in Western Samoa. **Commun. Sci. Plant anal**, v.26, p.375-88, 1995.

I.A.L. - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas: métodos químicos e físicos para a análise de alimentos*. 2.ed. São Paulo: 1985. v.1, 371p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/home/estatistica>>. Acesso em: 30 agosto 2008.

INOKO, A. The composting of organic materials and associated maturity problems. **Food & fertilizer technology center**. ASPAC, Japan. (Technical Bulletin, 71). 1982.

IUCHI, V. L.; RODRIGUES, J. A. S.; MANICA, I.; OLIVEIRA, L. M. Parcelamento do adubo nitrogenado e potássico em bananeira (*Musa* sp.) cv. 'Prata'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., Pelotas, 1979. **Anais...** Pelotas: SBF, 1979. v. 1, p. 109-117.

JACOB, A., UEXKÜLL, H.von. **Fertilizer use**: nutrition and manuring of tropical crops. Hannover: Verlagsgesellschaft für Ackerbau, 1958. p.349-65.

JONES JR., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analyses handbook**: a practical sampling, preparation, analyses and interpretation guide. Athens (USA): Micro-Macro Publishing, 1991. 213p.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres. 1985. 492p.

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

LAHAV, E; TURNER, D. **Banana nutrition**. Berna: International Potash Institute, 1983. 62p. (IPI-Bulletin 7).

LANARV – Laboratório Nacional de Referência Vegetal. **Análise de Corretivos Fertilizantes e Inoculantes: Métodos Oficiais**. Ministério da Agricultura – Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1988.104 p.

LÓPEZ, A.; ESPINOSA, J. **Manual de nutrición y fertilización del banano**. Quito: CORBANA-INPOFOS, 1995. 82p.

MAGID, J.; JENSEN, L.S.; MUELLER, T.; NIELSEN, N.E. Size-density fractionation for in situ measurements of rape straw decomposition - an alternative to the litterbag approach? **Soil Biol. Biochem.** v.29, n.7, p.1125-1133, 1997.

MALAVOLTA, E. **Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. Piracicaba: Franciscana, 1979. 92p. (Boletim Técnico 4).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.

MANICA, I; DEFELIPO, B.V.; CONDE, A.R.; LINO, J.; PASSOS, L.C.C. Resposta da bananeira (*Musa acuminata*) cv. Nanicão à adubação com três níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ceres**, Viçosa, v.25, n.142, p.54-95, 1978.

MARCHAL, J. ; MALLESSARD, R. Comparasion des immobilizations minérales de quatre cultivars de bananiers à fruit pour cuisson el de deux 'Cavendish'. **Fruits**, Paris, v.34, n.6, p.373-392, 1979.

MARRIOT, I.J. Banana: physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. **CRC Critical Review in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.13, n.1, p.41-88, 1980.

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

MARTIN-PRÉVEL, P; LACOEUILHE, J.J.; MARCHAL, J. Lês éléments minéraux dans le bananier 'Gros Michel' au Cameroun. **Fruits**, Paris, v.23, n.5, p.503-518, 1980.

MARTIN-PRÉVEL, P. La nutrition minérale du bananier dans le monde. Première partie. **Fruits**, Paris, v.35, n.5, p.269-529. 1968.

MARTIN-PRÉVEL, P. Les éléments minéraux dans le bananier et dans son régime. **Fruits**, Paris, v.17, n.13, p.123-128, 1962

MARTIN-PRÉVEL, P. Os elementos minerais da bananeira e dos seus frutos. **Fertilité**, Paris, v.22, p.3-14, 1964.

MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L.; RIBEIRO, D.E. Qualidade sensorial de frutos de híbridos de bananeira cultivar Pacovan. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.263-266, 2002.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In : SANTOS, G. de A. ; CAMARGO, F.A. de O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre : Genesis, 1999. p.1-8.

MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. 335p.

NELSON, N.A. Photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, n. 153, p.375-380, 1944.

NEVES, R.L.L.; FERREIRA, F.F.H.; MACIEL, R.E.P.; FROTA, J.N.E. Extração de nutrientes em banana (*Musa* sp.) cv. Pacovan. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.22, n.1/2, p.115-120, 1991.

OLIVEIRA, F.H.T. de; NOVAIS, R.F. de; ALVAREZ, V.H.; CANTARUTTI, R.B. Sistema para recomendação de adubação para a cultura da bananeira: II. Supriemnto de nutrientes para a planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2003.

PALMER, J.K. The banana. In: HUME, A.C. (Ed.). **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971.

PEREIRA, L.V.; SILVA, C.R. de R. e; ALVARENGA, A.A. Influencia do tipo de muda no comportamento vegetativo e produtivo de bananeira cv. Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.164-167, 2001.

PEREZ, F. P. Z. A influência da época de seleção do rebento sobre o desenvolvimento das plantas matrizes em bananeira *Musa Cavendish* Lamb. cv. Nanicao. 1972. 58 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

PÉREZ, L.M.S. Análisis Climático de Año 2006. Disponível em: <<http://www.agrocabildo.com>>. Acesso em: 02 jun. 2008.

PREZOTTI, L.C. **Recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 3ª aproximação**. Vitória:EMCAPA, 1992. 73p. (Circular Técnica, 12).

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. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico 100).

RAIJ, B. van, Quaggio, J.A. *Métodos de análises de solo para fins de fertilidade*. Bol. Tec. Inst. Agron. Campinas, n.81, p.1-31, 1983.

RANGEL, A. Situação da bananicultura no Planalto Paulista. In: RUGGIERO, C. (Ed.) **Bananicultura**. Jaboticabal: Funep, 2001. p.18-28.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizante em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.

RIBEIRO, D.E. **Avaliação sensorial de frutos de cultivares e híbridos de bananeiras (*Musa spp.*)**. 1998. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1998.

RICKARD, J.E.; BEHN, K.R. Evaluation of acid and enzyme hydrolytic methods for determination of casava starch. **Journal of Science of the Food Agriculture**. v.41, p. 373-379, 1987.

ROBINSON, J.B. Fruits, Vines e Nuts. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. (Ed). **Plant analyses: an interpretation manual**. Melbourne: Inkata Press, 1986. p.120-147.

RODRIGUES, M.G.V.; SOUTO, R.F.; MENEGUCCI, J.L.P. Efeito da poda da ultima penca do cacho na bananeira 'Prata-Anã' irrigada, na produção de frutos no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.108-110, 2002.

RODRIGUES, M.G.V.; SOUTO, R.F.; MENEGUCCI, J.L.P. Influencia do ensacamento do cacho na produção de frutos da bananeira 'Prata-Anã' irrigada, na região norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.559-562, 2001.

ROSSETTI, A.G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de experimentos com arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.433-438, 2002.

ROSSIGNOLI, P. A. **Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de bananas 'Prata' em condições ambiente**. 1983, 80f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1983.

SAES, L. A. **Resposta da bananeira 'Nanicão' à calagem na região do Vale do Ribeira**. 1995. 82f. Dissertação (Mestrado em agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

SANTOS, G.A.; CAMARGO F.A.O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo*. Porto Alegre. Genesis, 1999. 491p.

SILVA, J.T.A. da; BORGES, A.L.; CARVALHO, J.G.; DAMASCENO, J.E.A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.152-155, 2003.

SILVA, S. de O. e; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2ed., rev. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1999. p.85-106.

SILVA, S. de O. e; ROCHA, S. A.; ALVES, E. J.; CREDICO, M. di; PASSOS, A. R. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 161-169, ago. 2000.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Ceres, 1998. p.327-377.

SIQUEIRA, D. L. **Variabilidade e correlação de caracteres em clones de bananeira 'Prata'**. 1984. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1984.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: cultivo y comercializacion**. 2 ed. San Jose: LIL, 1992. 674p.

TEIXEIRA, L.A.J. **Adubação nitrogenada e potássica em bananeira 'Nanicão' (Musa AAA subgrupo Cavendish) sob duas condições de irrigação**. 2000. 132f. Tese (Doutorado em agronomia). Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

TWYFORD, I.T. & WALMSLEY, D. The mineral composition of the Robusta banana plant. I. Methods and plant growth studies. **Plant and Soil**, Dordrecht v.39, p.227-243, 1973.

TWYFORD, I.T.; WALMSLEY, D. The mineral composition of the Robusta banana plant. III. Uptake and distribution of mineral constituents. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.41, n.3, p.471-491, 1974.

VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, D.M.; BÜLL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.28-34, 2004.

VITTI, G.C.; RUGGIERO, C. Aproveitamento do engaço, coração e ráquis, como fonte de nutrientes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., 1984, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: FCAVJ, 1984. p.392-399.

WONG, M.T.F.; AKEAMPONG, E.; NORTCLIFF, S.; RAO, M.R.; SWIFE, R.S. Initial responses of maize and beans to decreased concentrations of monomeric inorganic aluminium with application of manure or tree prunings to an oxisol in Burundi. **Plant Soil**, v.171, p.275-82, 1995.

XIU-CHONG, Z. et al. NPK nutrition characteristics and balanced fertilization for bananas. **Better crops international**, Norcross, v.8, n.2, p.18-19, 1992.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, n.79, p.117-161, 1997.