

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**USO DE ESCÓRIA DE ACIARIA E CALCÁRIO EM BANANEIRA
‘PRATA-ANÃ’**

MANOEL XAVIER DE OLIVEIRA JÚNIOR

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU – SP

Outubro 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**USO DE ESCÓRIA DE ACIARIA E CALCÁRIO EM BANANEIRA
‘PRATA-ANÃ’**

MANOEL XAVIER DE OLIVEIRA JÚNIOR

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes

Coorientador: Prof. Dr. Leonardo Theodoro Büll

Coorientador: Prof. Dr. Leandro José Grava de Godoy

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU – SP

Outubro 2013

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

Oliveira Júnior, Manoel Xavier de, 1983-
048u Uso de escória de aciaria e calcário em bananeira 'Prata-Anã' / Manoel Xavier de Oliveira Júnior. - Botucatu: [s.n.], 2013
 x, 97 f. : grafs., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013

Orientador: Dirceu Maximino Fernandes

Coorientador: Leonardo Theodoro Büll

Leandro José Grava de Godoy

Inclui bibliografia

1. Banana - Adubação. 2. Solos - Correção. 3. Silício. 4. Metais pesados. I. Fernandes, Dirceu Maximino. II. Büll, Leonardo Theodoro. III. Godoy, Leandro José Grava de. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. V. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "USO DE ESCÓRIA DE ACIARIA E CALCÁRIO EM BANANEIRA
'PRATA-ANÃ'"

ALUNO: MANOEL XAVIER DE OLIVEIRA JÚNIOR

ORIENTADOR: PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. LEONAROD THEODORO BÜLL
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES



PROF. DR. HÉLIO GRASSI FILHO



PROFª DRª SARITA LEONEL



PROF. DR. ERVAL RAFAEL DAMATTO JÚNIOR



PROF. DR. ABEL REBOUÇAS SÃO JOSÉ

Data da Realização: 27 de junho de 2013.

BIOGRAFIA DO AUTOR

MANOEL XAVIER DE OLIVEIRA JÚNIOR – Técnico Agrícola na Agrotécnica Federal de Salinas – EAFSAL, atual Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais - IFNMG Campus Salinas. Engenheiro Agrônomo graduado pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) em dezembro de 2006, foi bolsista de iniciação científica voluntária junto à UNIMONTES e iniciação científica pela Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG). Por três anos, desenvolveu trabalhos e projetos na área de fruticultura e micropropagação de mudas *in vitro*. Em 2007 ingressou no mestrado em Agronomia: Fitotecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus de Vitória da Conquista, onde trabalhou com caracterização de frutos do maracujazeiro-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.), superação de dormência de sementes, indução floral de manga e sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L), sob a orientação do Prof. Dr. Abel Rebouças São José e coorientação da Prof^a. Dr^a. Tiyoko Nair Hojo Rebouças e do Prof. Dr. Otoniel Magalhães Morais, sendo bolsista da CAPES. Ingressou em março de 2009 no doutorado em Agronomia (Horticultura), na Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Botucatu, onde trabalhou com nutrição da bananeira, enxertia em hortaliças e tratamentos culturais em hortaliças, sob a orientação do Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes e coorientação do Prof. Dr. Leonardo Theodoro Büll e do Prof. Dr. Leandro José Grava de Godoy, sendo bolsista do CNPq.

DEDICO

*Aos meus pais Manoel Xavier (Nem) e Maria Beatriz (Béa), por todo o incentivo,
confiança e pelo exemplo de vida*

À minha irmã Maira Emília (Mila), por todo o carinho

Ao meu cunhado/padrinho Junio (Rosquinha), por todo o apoio e incentivo

*Aos meus queridos sobrinhos Gerciane, Glauber, Junia, Jamilson e Bernardo, e ao meu
sobrinho-neto João Vitor, por alegrarem minha vida*

À minha amada Patrícia, por toda paciência, amor e apoio incondicional

Amo vocês!!!

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida pela proteção;

Aos meus pais Manoel Xavier de Oliveira e Maria Beatriz Santos Xavier pelo exemplo, incentivo, amor e dedicação incomensuráveis;

A Madrinha (Mila), Padrinho (Rosquinha) e aos meus sobrinhos, Gerciane, Glauber, Júnia Jamílson, Bernardo e ao meu sobrinho neto João Vitor pela força;

A minha namorada Patrícia pela ajuda, carinho e compreensão;

À Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Botucatu;

Ao Conselho Nacional de Pesquisa CNPq, pelo apoio financeiro concedido por intermédio de uma bolsa de estudos;

Ao Professor Dr. Dirceu Maximino Fernandes, pela confiança, incentivo, pela paciência e orientação;

Ao Professor Dr. Leonardo Theodoro Büll pela coorientação, confiança, ensinamentos, sugestões, informações e orientação inicial neste trabalho;

Ao Professor Dr. Leandro José Grava de Godoy pela coorientação;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Horticultura), pelos ensinamentos, incentivo e contribuição profissional;

Aos meus colegas de Pós-Graduação Almecina, Amanda, Amaralina Anamaria, Andréa, Camila Abrahão, Dayana, Débora, Elisa, Fátima, Felipe Magro, Felipe Palangana, Gisele, Heroy, Humberto, Idiana, Jamile, Jennifer, João Paulo, Luciana, Maria Augusta, Maria Izabela, Milena, Rosângela e Taíce pelo companheirismo e grande amizade que construímos;

Aos colegas Nelson, Angélica e Mariana, pelos ensinamentos das metodologias utilizadas;

Aos companheiros de República Ricardo, Marinês, Rafael (Indiã), Rodrigo (Balão), Félix, Joel, Marcos, Juliano, Humberto, William (Japa), Efrain, Sasso, Lucas e Ewerton, pela amizade e alegria durante nossa convivência;

Às colegas da República Carpe Diem, Danila, Suziane, Françoise, Patrícia e Gleice pela amizade e estadia durante estes momentos finais da Pós-Graduação;

À Prof^a. Dr^a. Romy Goto, pela amizade e exemplo profissional ao longo do curso;

A todos os funcionários dos Departamentos de Horticultura e Solos e Recursos Ambientais pela amizade e apoio;

A todos os funcionários da Fazenda Experimental de Pesquisa e Extensão (FEPE) da UNESP em São Manuel – SP, por todo o empenho e dedicação na condução deste trabalho;

A todos os amigos que fiz na pós-graduação ao longo desses anos.

A todos os colaboradores da biblioteca ‘Paulo de Carvalho Mattos’ e da seção de Pós Graduação, em especial a Marlene pela amizade, gentileza e dedicação nos serviços prestados.

Aos colegas do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Confresa, em especial André, Anderson, Ana Paula, Bruno, César, Cristine, Eder, Élio, Elizabete, Elizeu, Emerson, Felipe, Ilson, Inaê, Mara, Marcelo, Maria Auxiliadora, Michael, Sandra, Rafael Lira, Raphael Cessa, Roberta, William Lima e Willian de Paula pelo incentivo e amizade;

E a todos que durante esse tempo passaram por minha vida contribuindo com algo de positivo.

OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
1. RESUMO	1
2. SUMMARY	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO DE LITERATURA	7
4.1 Aspectos sobre a cultura da bananeira	7
4.1.1 <i>Bananeira cultivar Prata-Anã</i>	10
4.2 Correção da acidez do solo	10
4.3 Interação do silício na planta	15
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5.1 Localização do experimento	18
5.2 Coleta dos dados meteorológicos	19
5.3 Condução do experimento	19
5.3.1 <i>Avaliações químicas do solo</i>	24
5.3.2 <i>Avaliações dos teores foliares de nutrientes, silício e metais pesados</i>	25
5.3.3 <i>Avaliações dos teores de nutrientes, silício e metais pesados nos frutos</i>	25
5.3.4 <i>Avaliações biométricas da bananeira e produção</i>	26
5.3.5 <i>Caracterização físico-química dos frutos</i>	27
5.3.6 <i>Avaliação Severidade de Geada</i>	28
5.3.7 <i>Tratos culturais</i>	28
5.4 Análises estatísticas	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31

6.1 Propriedades químicas do solo	31
6.1.1 <i>Análise básica</i>	31
6.1.2 <i>Micronutrientes e silício</i>	43
6.1.3 <i>Metais pesados no solo</i>	47
6.2 Análise foliar da bananeira 2º Ciclo	49
6.2.1 <i>Macronutrientes</i>	49
6.2.2 <i>Micronutrientes e silício</i>	50
6.2.3 <i>Metais pesados</i>	52
6.3 Análise química dos frutos	53
6.3.1 <i>Macronutrientes</i>	53
6.3.2 <i>Micronutrientes e silício</i>	55
6.3.3 <i>Metais pesados</i>	57
6.4 Avaliações biométricas da bananeira.....	57
6.5 Produção da bananeira	61
6.6 Análises físico-químicas dos frutos	67
6.7 Índice de Severidade de Geada.....	71
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
8. CONCLUSÕES	76
9. REFERÊNCIAS	77

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo. São Manuel – SP, UNESP (2009).	18
Tabela 2. Composição química da escória de aciaria e do calcário dolomítico. Botucatu – SP (2009).	22
Tabela 3. Composição química e física da escória de aciaria e do calcário dolomítico. Botucatu – SP (2009).	22
Tabela 4. Valores médios dos atributos químicos no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’ (pH em CaCl ₂ , M.O. e P _{resina}), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP, 2013.	34
Tabela 5 – Valores médios dos atributos químicos do solo (Al ³⁺ , H+Al e K) cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).	36
Tabela 6 – Valores médios dos atributos químicos do solo cultivados com a bananeira ‘Prata-Anã’ (Ca, Mg e SB), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).	39
Tabela 7 – Valores médios dos atributos químicos no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’ (CTC, V% e S), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).	42
Tabela 8 – Valores médios dos atributos químicos no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’ (B, Cu e Fe), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).	44
Tabela 9 – Valores médios dos atributos químicos no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’ (Mn, Zn e Si), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).	46
Tabela 10 – Valores médios dos metais potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cr e Ni) no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).	48
Tabela 11 – Valores médios dos nutrientes nas folhas da bananeira ‘Prata-Anã’ (N, P, K, Ca, Mg e S), submetida à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).	50

- Tabela 12 – Valores médios de B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nas folhas da bananeira ‘Prata-Anã’, submetida à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013)..... 51
- Tabela 13 – Valores médios dos metais potencialmente tóxicos nas folhas da bananeira ‘Prata-Anã’ (Cd, Pb, Cr e Ni), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013). 52
- Tabela 14 – Médias dos atributos químicos dos frutos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’ (N, P, K, Ca, Mg e S), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013). 54
- Tabela 15 – Médias de B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nos frutos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013). 56
- Tabela 16 – Média dos dados biométricos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’ submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013). 60
- Tabela 17 – Média dos dados biométricos da produção do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’ submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013). 64
- Tabela 18 – Média dos dados biométricos dos cachos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013). 66
- Tabela 19 – Médias das análises físico-químicas dos frutos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013). 70
- Tabela 20 – Médias do Índice de Severidade de geada nas plantas do segundo ciclo da bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013). 72

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Precipitação pluvial mensal acumulada (mm) e temperaturas mínima, máxima e média (°C) registradas durante a condução do experimento, nos anos agrícolas de 2009 e 2012. São Manuel - SP. Fonte: Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA/UNESP, Botucatu – SP (2013).....	21
Figura 2. Croqui da área experimental de bananeira ‘Prata-Anã’ submetida a diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria na Fazenda Experimental de Ensino Pesquisa e Produção - FEEPP da FCA/UNESP, Botucatu – SP, no município de São Manuel – SP (2013).....	23
Figura 3. Escala de notas atribuídas às folhas de bananeira ‘Prata-Anã’, representando a severidade da geada. Sendo a primeira linha, da esquerda para a direita, de fotos variando as notas entre zero e quatro, e na segunda linha, da esquerda para a direita, as notas atribuídas entre cinco e dez. São Manuel – SP, UNESP (2013).....	29

USO DE ESCÓRIA DE ACIARIA E CALCÁRIO EM BANANEIRA ‘PRATA-ANÃ’. Botucatu, 2013. 97p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Autor: MANOEL XAVIER DE OLIVEIRA JÚNIOR

Orientador: DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

Coorientador: LEONARDO THEODOR BÜLL

Coorientador: LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY

1. RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes combinações entre escória de aciaria e calcário dolomítico no crescimento, desenvolvimento e produção de bananeira ‘Prata-Anã’, bem como os atributos químicos do solo, folha e frutos na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel - SP, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Campus de Botucatu - SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com “cinco” tratamentos [T1 = 2,0 e 0,0 Mg ha⁻¹ (Controle), T2 = 1,5 e 1,5 Mg ha⁻¹; T3 = 1,0 e 3,0 Mg ha⁻¹; T4 = 0,5 e 4,5 Mg ha⁻¹ e T5 = 0,0 e 6,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e escória de aciaria, respectivamente], e quatro repetições. O experimento foi conduzido por dois ciclos de produção da bananeira ‘Prata-Anã’ entre novembro de 2009 e maio de 2012. Foram avaliados os efeitos dos corretivos de acidez do solo por meio de análises químicas; eficiência dos tratamentos no desenvolvimento e produtividade da bananeira; teores de elementos minerais nas folhas e frutos; circunferência do pseudocaule; altura de inserção da inflorescência; número de folhas por planta; massa do cacho; número de frutos por planta e análises físico-químicas dos frutos. Os resultados coletados foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo os grupos comparados por meio de teste de médias Student a 5% de probabilidade. Todas as combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria são eficientes na correção da acidez do solo. As alterações nos atributos químicos do solo estão relacionadas com a composição química dos corretivos. A

aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria promoveram alterações em algumas características biométricas das plantas de bananeira 'Prata-Anã'. No segundo ciclo de cultivo, os cachos com massa mais elevada e conseqüentemente maior produtividade foram obtidos com a aplicação de 0,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 6,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria. O tratamento “quatro” (0,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 4,5 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) se mostrou mais eficiente quando ocorreu a incidência de geada, respondendo com um menor valor do índice de severidade (4,40%).

Palavras Chave: *Musa* spp., Corretivos de solo, Silício, Nutrição mineral, Metais pesados.

USE OF STEEL SLAG AND LIMESTONE ON BANANA 'PRATA-ANÃ'. Botucatu, 2013. 97p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Author: MANOEL XAVIER DE OLIVEIRA JÚNIOR

Adviser: DIRCEU MAXIMINO FERANDES

Co-adviser: LEONARDO THEODORO BÜLL

Co-adviser: LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY

2. SUMMARY

This study aimed to evaluate the effect of different combinations of steel slag and limestone on growth, development and production of banana 'Prata-Anã' and also soil chemical properties in São Manuel Experimental Farm, located in São Manuel – SP city, owned by the Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Botucatu - SP. The experimental design was a randomized block with five treatments [T1 = 2.0 and 0.0 Mg. ha⁻¹ (control), T2 = 1.5 and 1.5 Mg. ha⁻¹, T3 = 1, 0 and 3.0 Mg. ha⁻¹, T4 = 0.5 and 4.5 Mg. ha⁻¹ and T5 = 0.0 and 6.0 Mg. ha⁻¹ of dolomitic limestone and steel slag, respectively], and four replications. The experiment was conducted for two cycles of production of banana 'Prata-Anã' since November 2009 to May 2012. It was evaluated the benefits of limestone and steel slag on soil chemical characteristics; the treatments efficiency on development and productivity of banana; mineral content in the leaves and fruit; pseudo stem circumference; height of insertion of the inflorescence; number of leaves per plant; bunch weight; number of fruits per plant and fruit physic-chemical analyzes. Results were collected and submitted to analysis of variance and the groups were compared using Student's test of means at 5% probability. All limestone and steel slag combinations are effective to correct soil acidity. Changes in soil chemical attributes are related to the chemical composition of lime soil acidity. The application of different combinations of limestone and steel slag changed some biometric plants characteristics. In the second crop cycle, the heaviest bunches and consequently the higher yields were obtained with the treatments five (0.0 Mg. ha⁻¹ of dolomitic limestone and 6.0 Mg. ha⁻¹ steel slags). The treatment four (0.5 Mg. ha⁻¹ of

dolomitic limestone and 4.5 Mg. ha⁻¹ steel slags) was more effective to evidence the effects of frost, responding with a lower value of severity index (4.40%).

Keywords: *Musa* spp., Corrective, Silicon.

3. INTRODUÇÃO

A banana destaca-se como a principal fruta produzida mundialmente, ocupando cerca de nove milhões de hectares, em mais de 120 países. O Brasil desponta como o quinto produtor mundial, com aproximadamente sete milhões de toneladas em 2012 (AGRIANUAL, 2013). Existem cerca de 600.000 propriedades agrícolas envolvidas com a cultura nesse país, sendo que mais de 60% se encontram na faixa de dois a 50 hectares (IBGE, 2009).

Com um consumo per capita de 29 kg por ano, o Brasil é o maior consumidor mundial de banana. Assim, a produção anual brasileira se destina quase que totalmente ao mercado interno, onde apenas 1 a 2% são exportados, sendo 85% destas para a Argentina (BELING et al., 2004; AGRIANUAL, 2013).

O cultivo da bananeira demanda grandes quantidades de nutrientes para manter um desenvolvimento adequado e obter de altos rendimentos, pois produz bastante massa vegetativa, absorvendo e exportando elevada quantidade de nutrientes (CORDEIRO, 2009). Por isto, é importante o estudo da dinâmica dos nutrientes no solo e na planta por vários ciclos, a fim de se obter resultados que elevem a produtividade da bananeira (DAMATTO JÚNIOR, 2008).

Sabe-se que a prática da correção do solo promove o aumento do pH, do cálcio, do magnésio, a neutralização do alumínio (Al^{3+}), o aumento da capacidade de troca de cátions efetiva e a saturação por bases, além disto, favorece uma maior disponibilização de nutrientes para as plantas. Sendo um importante manejo no sistema de produção brasileiro, visto que boa parte destes solos têm problemas de acidez.

Existem várias fontes de corretivos de acidez do solo, dentre eles podem ser citados o calcário, a cal virgem agrícola, a cal hidratada agrícola, as escórias de aciaria, os silicatos de cálcio e magnésio, dentre outros.

O calcário é o corretivo mais utilizado pelos agricultores, devido à disponibilidade no mercado, aos preços atrativos e por disponibilizar cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

As escórias de aciaria destacam-se como uma boa alternativa de corretivo do solo, pois, além de corrigir a acidez e fornecer micronutrientes, são fontes de silicatos. Isto é uma vantagem em relação ao calcário, já que os silicatos presentes nesse corretivo são fontes de silício (Si), que mesmo não sendo um elemento essencial, do ponto de vista fisiológico, sua absorção traz inúmeros benefícios para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Isto mostra a “essencialidade agrônômica” deste elemento para o aumento da produção sustentável (BARBOSA FILHO et al., 2000).

Além dos benefícios advindos da aplicação da escória, a utilização deste resíduo é importante para diminuir passivos ambientais, pois estes são acumulados nos pátios das siderúrgicas, podendo causar contaminações de recursos naturais.

Sobre o efeito da aplicação de escórias de aciaria na cultura da banana não se tem estudo, porém, o uso deste pode propiciar benefícios importantes para esta cultura. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de escória de aciaria e calcário dolomítico em bananeira ‘Prata-Anã’ e o seu efeito no índice de severidade de geada e nos atributos químicos do solo, folhas e qualidade dos frutos.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Aspectos sobre a cultura da bananeira

A banana (*Musa* spp.) é uma fruta popular, conhecida e consumida em todos os países do mundo, tendo como provável centro de origem o sul da China ou Indochina (ALVES, 1999), embora Moreira (1987) relate que não existe um centro de origem exato da bananeira.

A bananeira, planta tipicamente tropical, exige calor constante, precipitações bem distribuídas e elevada umidade para o seu bom desenvolvimento e produção. Para a obtenção de altos rendimentos, são necessárias temperaturas altas e uniformes (ALVES et al., 1997). Temperaturas inferiores a 12°C provocam uma perturbação fisiológica nos frutos, conhecida como “chilling” ou friagem, que prejudica os tecidos, principalmente aqueles da casca da fruta. A literatura internacional referente às plantas tropicais é farta em informações técnico-científico sobre os danos causados por geadas às espécies cultivadas, contudo, pouco se sabe a respeito dos efeitos desse fenômeno meteorológico sobre essas comunidades vegetais especialmente no Brasil (STRUFFALDI DE-VUONO et al., 1982).

Nas últimas três décadas a bananicultura tem evoluído consideravelmente, principalmente por ser um dos cultivos de mais rápido retorno do capital investido, dentre as frutíferas (AGRIANUAL, 2008). A cultura da banana tem grande importância no aspecto social, pois fixa o homem no campo, constituindo-se uma expressiva fonte de empregos no meio rural (DAMATTO JÚNIOR, 2008).

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de banana, ficando atrás da Índia, China, Filipinas e Equador. Em 2012, colheu aproximadamente 7 milhões de toneladas, em quase 500 mil hectares de plantio. Entre as fruteiras, somente a laranja supera a área da banana. Entretanto, a produtividade média nacional ($14,1 \text{ Mg ha}^{-1}$) ainda é muito baixa em relação a alguns países exportadores, como Guatemala ($43,2 \text{ Mg ha}^{-1}$), Costa Rica (42 Mg ha^{-1}) e Equador ($36,8 \text{ Mg ha}^{-1}$) (AGRIANUAL, 2013).

Praticamente todos os Estados brasileiros cultivam a banana, em altitudes que variam de zero a mais de 1000 metros (ALVES, 1997). O Nordeste é a maior região produtora de banana (34%), seguida das regiões Norte (26%), Sudeste (24%), Sul (10%) e Centro-Oeste (6%) (CORDEIRO, 2009). Os estados com maior destaque na produção são Bahia, São Paulo, Ceará, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Norte. Em São Paulo, o cultivo é praticado principalmente no Vale de Ribeira, região litoral e no planalto, suprindo principalmente o mercado interno (COELHO; AUDI, 1965; AGRIANUAL, 2013). Nesse Estado, a maior área plantada encontra-se no Vale do Ribeira, região sul do Estado, com 33,5 mil hectares, o equivalente a 60% de todo o plantio paulista. A produção dessa região foi de 385 mil toneladas em 2010, o que correspondeu a 67,8% do total estadual (AGRIANUAL, 2013).

A banana é considerada a fruta tropical de maior importância para o país, uma vez que mobiliza grande contingente de mão-de-obra, fluxo contínuo de produção a partir do primeiro ano, o que a torna atraente para os agricultores, movimentando um número apreciável de insumos, além de ser a fruta mais consumida pelos brasileiros, que consomem aproximadamente $29 \text{ kg hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (AGRIANUAL, 2013).

Embora exista um grande número de cultivares de banana no Brasil, quando se consideram aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância a pragas e doenças, resistência à seca, porte e resistência ao frio, restam poucas cultivares com potencial agrônomo para serem usadas comercialmente. As cultivares mais difundidas no Brasil são 'Prata', 'Pacovan', 'Prata-Anã', 'Maçã', 'Mysore', 'Terra' e 'D'Angola', do grupo AAB, e 'Nanica', 'Nanicão' e 'Grande Naine' do grupo AAA (ROCHA JÚNIOR, 2007).

As cultivares Prata e Pacovan representam 60% da área cultivada de banana no Brasil. A bananeira 'Prata-Anã', também conhecida como 'Enxerto', 'Branca' ou 'Prata-de-Santa-Catarina' é uma cultivar pertencente ao grupo genômico AAB, sendo plantas bastante vigorosas, com porte médio a baixo (2,0 a 3,5 m), sendo que

os cachos pesam de 14 a 16 kg e seus frutos são muito semelhantes aos da cultivar Prata (ALVES, 1997).

A produção de bananeira é influenciada por fatores internos da planta, como os genéticos, e fatores externos, que são as condições de clima, solo e manejo agrônômico praticado na cultura, como a calagem e adubação (SILVA et al, 2003). Segundo Lopez (1994), a nutrição é um fator de produção de extrema importância para a bananeira devido à alta eficiência dessas plantas em produzir grandes quantidades de fitomassa em curto período de tempo.

A bananeira é uma planta de crescimento rápido que requer, para o seu desenvolvimento e produção, quantidades adequadas de nutrientes disponíveis no solo. Embora parte das necessidades nutricionais possa ser suprida pelo próprio solo e pelos resíduos das colheitas, na maioria das vezes é necessário aplicar corretivos de acidez do solo e fertilizantes orgânicos e inorgânicos para a obtenção de produções economicamente rentáveis (BORGES et al., 2006).

O cultivo da banana demanda grandes quantidades de nutrientes para manter o desenvolvimento e obter altos rendimentos, pois produz bastante massa vegetativa, mas também por ter elevadas quantidades de elementos absorvidos pela planta e exportados pelos frutos (SILVA et al., 1999a). O potássio (K) e o nitrogênio (N) são os nutrientes mais absorvidos e necessários para o crescimento e produção da bananeira. Em ordem decrescente, a bananeira absorve os seguintes nutrientes: macronutrientes: $K > N > Ca > Mg > S > P$; micronutrientes: $Cl > Mn > Fe > Zn > B > Cu$ (CORDEIRO, 2009).

Para que haja um equilíbrio entre a adubação e a nutrição de plantas faz-se necessário as análises foliares (MALAVOLTA, 2006). Na diagnose foliar de bananeiras, devem ser levados em consideração os diversos fatores que interferem nos teores dos nutrientes nas folhas, num dado momento, e, segundo Martin-Prével (1977), são fatores de origem interna, tais como: cultivar, estágio fenológico das plantas, posição e porção das folhas, além de fatores externos, como clima, solo, parasitismos e tratamentos culturais.

As condições químicas mais importantes para o cultivo de bananeiras com altos rendimentos são a manutenção do equilíbrio de cátions e de adequados teores de K e N disponíveis no solo (DELVAUX, 1995). São necessárias quantidades elevadas de fertilizantes, não só devido à grande quantidade de nutrientes absorvidos e exportados pelos frutos, como também pelo fato de que os solos da maioria

das regiões produtoras serem, geralmente, de baixa fertilidade e acidez elevada (BORGES et al., 1987).

4.1.1 Bananeira cultivar Prata-Anã

A cultivar Prata-Anã tem pseudocaule vigoroso de cor verde-clara, brilhante, sendo o diâmetro do pseudocaule de aproximadamente 50 cm; a coloração do pecíolo e das nervuras principais é também verde-clara brilhante, e a roseta foliar é compacta; as pencas são mais juntas e as bananas, mais curtas e roliças que as da Prata. O cacho é normalmente pequeno, pesando em média 10-16 kg com 69-118 frutos. Os frutos são praticamente retos, com seção transversal pentagonal, com cinco quinas bem visíveis, têm comprimento médio entre 10-13 cm de diâmetro entre 3,5 a 4,0 cm. Possui um sistema radicular com grande desenvolvimento (SILVA et al., 1999a).

A principal vantagem desta cultivar é a maior tolerância ao frio, dispensa o uso de escoramento, devido ao grande vigor da planta e tem bom potencial de produtividade sob condições de irrigação (SILVA et al., 1999a). A faixa de temperatura viável para a bananeira ‘Prata-Anã’ está localizada entre 18 e 35°C (KLUGE, 1998). A paralização total do crescimento ocorre sob temperaturas acima de 35°C (MEDINA et al., 1985) e abaixo de 10°C (AUBERT, 1971).

Souto et al. (2001) chegaram a obter uma produtividade de 19,54 Mg ha⁻¹ no 2º ciclo, utilizando esta cultivar. Damatto Júnior (2008) utilizando a cultivar Prata-Anã obteve até 27,28 Mg ha⁻¹. Em função do vigor da planta e baixo peso do cacho, não se faz necessária o uso de escoramento, o que reduz os custos de produção (SILVA et al., 1999a).

4.2 Correção da acidez do solo

No Brasil, a ocorrência de solos com problemas de acidez é da ordem de 60%, considerando-se as terras com potencial para a atividade agrícola (FRANCHINI et al., 2001; ROSSIELLO; JACOB NETO, 2006), e constitui um dos principais fatores limitantes à produção. Grande parte dos solos agricultáveis no Brasil têm baixos valores de potencial hidrogeniônico (pH), elevados teores de Al³⁺ e Mn trocáveis,

baixas saturação por bases e teores baixos de fósforo (OLMOS; CAMARGO, 1976; LOPES, 1983).

A acidificação do solo é um processo natural, resultado da lixiviação de cátions básicos solúveis, seguida pela sua substituição por cátions ácidos (H^+ e Al^{3+}) no complexo de troca catiônica (ZIGLIO et al., 1999).

Em solos tropicais, o termo “acidez do solo” abrange um conjunto de características químicas distintas, que compreendem tanto situações de toxidez iônica (excesso de Al^{3+}), hidrogênio (H) e, às vezes, manganês (Mn) como limitações nutricionais, devidas a deficiências em Ca, Mg e molibdênio (Mo), aliadas a baixa disponibilidade de fósforo (P). Em solos com tais propriedades químicas, o crescimento radicular poderá ser afetado por vários estresses, que podem atuar interativamente (ROSSIELLO; JACOB NETO, 2006).

Os solos podem ser naturalmente ácidos em razão da pobreza do material de origem em Ca, Mg, K e sódio (Na), denominados de bases, ou mediante processos de formação ou de manejo de solos que levam à perda destas bases e, portanto, à acidificação (QUAGGIO, 2000).

O cultivo agrícola dos solos ácidos exige a aplicação de corretivos, os quais ao elevarem seu pH, neutralizam o efeito dos elementos tóxicos e fornecem Ca e Mg como nutrientes (VELOSO, et al. 1992).

Um dos aspectos conhecidos para uma ótima produção é a adequada nutrição da cultura. Sabe-se que, para que ocorra a máxima eficiência dos fertilizantes, torna-se necessária a correção da acidez do solo (FOLTRAN, 2008). A bananeira desenvolve-se bem em vários tipos de solos e clima, porém, sua produtividade está relacionada à fertilidade e ao equilíbrio nutricional do solo (BORGES et al., 1987).

A cultura da banana é considerada sensível à acidez e ao Al^{3+} trocável no solo. Os valores de saturação por bases recomendados para essa espécie são de 60 % (TEIXEIRA et al., 1997) a 70% (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999; SOUZA et al., 1999).

Atualmente dispõe-se de diversos tipos de corretivos de acidez com características e efeitos diferentes, portanto, é necessário conhecê-los para se proceder à escolha do produto mais conveniente a cada situação agrícola (ALCARDE, 1992). A utilização de resíduos industriais na agricultura como corretivos da acidez do solo ou como

fonte de nutrientes é uma tendência decorrente da necessidade de minimizar os efeitos do acúmulo de resíduos nos centros de produção (MARCIANO et al., 2001).

Corretivos da acidez dos solos são produtos capazes de neutralizar (diminuir ou eliminar) a acidez dos solos e ainda levar nutrientes minerais ao solo, principalmente Ca e Mg. A acidez de um solo é devida à presença de H^+ livres, gerados por componentes ácidos presentes no solo (ácidos orgânicos, fertilizantes nitrogenados, dentre outros). A neutralização da acidez consiste em neutralizar os H^+ , o que é feito pelo ânion hidroxila (OH^-). Portanto, os corretivos de acidez devem ter componentes básicos para gerar OH^- e promover a neutralização (ALCARDE, 1992). O aumento do pH do solo proporciona uma maior solubilização do P orgânico e da fração lábil, situação essa que ocorre com maior facilidade em solos ácidos (RAIJ; QUAGGIO, 1983; QUAGGIO, 2000).

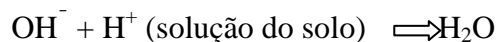
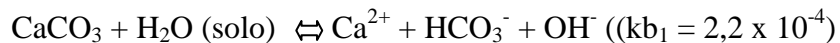
A redução da acidez do solo promove a insolubilização de Al e Mn, aumenta a disponibilidade de P e Mo e diminui a disponibilidade de micronutrientes como B, Cu, Fe, Mn e zinco (Zn) (SOUSA et al., 2007). Como efeito indireto está a atividade de H^+ , alterando a solubilidade dos demais nutrientes no solo, principalmente os micronutrientes, que em concentrações elevadas, podem se tornar tóxicos às plantas (SOUSA et al., 2007).

A acidez do solo é reconhecidamente um dos principais fatores da baixa produtividade das culturas (RAIJ et al., 2001). Em solos ácidos com elevada saturação por alumínio, a calagem promove a precipitação do Al^{3+} tóxico do solo, possibilitando a proliferação intensa das raízes (PRADO et al., 2004).

A resposta das culturas à correção do pH do solo depende de fatores ligados à planta, ao solo e ao corretivo empregado, de tal modo que, quando estes fatores são corretamente considerados, obtêm-se a máxima eficiência com essa prática agrícola (QUAGGIO, 1986).

O calcário é um corretivo de solo obtido pela moagem da rocha calcária. Seus constituintes são o carbonato de cálcio $CaCO_3$ e o carbonato de magnésio $MgCO_3$. Com o uso do calcário, podem ser neutralizados os íons H^+ e Al^{3+} , liberando cargas que serão ocupadas por Ca^{2+} e Mg^{2+} (MIYAZAWA et al., 2000), restaurando a capacidade produtiva dos solos, aumentando a disponibilidade de nutrientes além de diminuir os elementos tóxicos (PAVAN; OLIVEIRA, 2000).

O calcário, quando misturado ao solo e na presença de água, dissolve-se e o carbonato de cálcio dissocia-se de acordo com a seguinte reação (QUAGGIO, 2000):



Os produtos da dissolução do calcário reagem com os coloides do solo, e nessa reação os íons Ca^{2+} deslocam o íon Al^{3+} ligado nas partículas coloidais para a solução de equilíbrio. Enquanto isso, o pH do meio é aumentado, pois, os íons HCO_3^- , provocam a dissociação dos íons H^+ , formando água e gás carbônico (QUAGGIO, 2000).

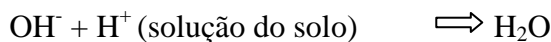
Como produto alternativo para correção da acidez do solo, têm-se os resíduos industriais, onde seu uso agrícola é cada vez mais frequente, visando à reciclagem de nutrientes e à preservação do meio ambiente em torno das indústrias, sendo as escórias de aciaria uma alternativa promissora (PRADO et al., 2001).

As escórias siderúrgicas são as fontes mais abundantes e baratas de silicatos. O Brasil é o sexto maior produtor mundial de ferro-gusa, gerando aproximadamente 6,25 milhões de toneladas de escória por ano, sendo o Estado de Minas Gerais o maior produtor nacional (KORNDÖRFER et al., 2003).

A escória de siderurgia é obtida através da sílica, presente no minério de ferro, que reage com o Ca do calcário em alto forno, resultando em silicato de cálcio e impurezas (MALAVOLTA, 1981). Essas reações ocorrem em altas temperaturas, geralmente acima de 1400°C. O material fundido é resfriado ao ar ou na água, sendo posteriormente seco e moído. Para cada quatro toneladas de ferro-gusa produzidas é gerada uma tonelada de escória (COELHO, 1998).

As escórias de aciaria, além de corretivos de acidez, são uma das principais fontes de Si para a agricultura. São constituídas basicamente de silicato de cálcio (CaSiO_3) e silicato de magnésio (MgSiO_3) (AMARAL et al., 1994), e seus efeitos benéficos estão associados ao aumento de pH, aumento na disponibilidade de Si para as plantas, aumento nos teores de Ca e Mg trocável no solo e as reduções de Al^{3+} para as plantas (KORNDÖRFER et al., 2003).

O silicato, quando misturado ao solo e na presença de água, dissolve-se e o silicato dissocia-se de acordo com a seguinte reação (ALCARDE, 1992):



Essas equações mostram que a ação neutralizante da escória é muito semelhante à do calcário: neste caso, a base química é o SiO_3 que também é fraca ($\text{Kb}_1 = 1,6 \times 10^{-3}$), mas é mais forte que a base CO_3^{2-} ($\text{Kb}_1 = 2,2 \times 10^{-4}$) (ALCARDE, 1992).

Diversos autores relataram que a aplicação de escória de aciaria no solo proporciona a correção da acidez do solo com aumento do pH em profundidade (PRADO; FERNANDES, 2000; CARVALHO-PUPATTO et al., 2004; CORRÊA, 2005), pois este tem silicato em sua composição (CaSiO_3), e, conforme Alcarde (1992), fontes de silicato são de seis a sete vezes mais solúveis do que o calcário, o que facilita a mobilidade no solo.

Malavolta (2006) cita também os mesmos benefícios da escória básica de siderurgia como corretivo de acidez de solo, porém menciona que algumas escórias de baixa qualidade podem possuir metais pesados. Entretanto, em estudos realizados por Piau (1995), foi observado que os metais pesados, Al^{3+} , Bário (Ba), Cd, Chumbo (Pb), Cromo (Cr), Estrôncio (Sr), Níquel (Ni), Titânio (Ti) e Vanádio (V) contidos nas escórias, calcários e no solo, não são prejudiciais a vida vegetativa das plantas e nem causam danos ao solo, devido aos seus níveis estarem sempre bem abaixo do limite tolerável.

Os silicatos de cálcio e magnésio, por comportarem-se e ter composição semelhante aos carbonatos, podem substituir o calcário. Sendo que a recomendação de sua utilização deve estar baseada em qualquer um dos métodos de recomendação de calagem (KORNDÖRFER et al., 2004). Estudando diversos materiais como corretivo, Veloso et al. (1992) concluíram que o calcário dolomítico provocou o mesmo efeito que a escória na correção do solo, nas mesmas condições de tempo de incubação.

As escórias, provenientes da produção do aço e do ferro-gusa, constituídas basicamente de silicatos de cálcio e magnésio, desde que não se constituam em fontes de contaminação do solo com metais pesados, podem atender satisfatoriamente a

características ideais como fonte de Si para uso agrícola que são: alto conteúdo de Si solúvel, facilidade de aplicação mecanizada, adequadas relações e quantidades de Ca e Mg, custo reduzido e baixo potencial de contaminação do solo com metais pesados. (KORNDÖRFER et al., 2004).

A utilização de resíduos industriais na agricultura como fonte de nutrientes ou como corretivos da acidez do solo é uma tendência decorrente da necessidade de minimizar os efeitos do acúmulo de resíduos nos centros de produção (MARCIANO et al., 2001). Embora o aproveitamento agrícola destes resíduos, como as escórias de siderurgia, seja pouco comum no Brasil, apesar da grande quantidade disponível, seu uso no fornecimento de Si para as plantas é estudado e praticado em várias partes do mundo (PRADO; FERNANDES, 2001).

4.3 Interação do silício na planta

Na natureza o Si é encontrado na forma de óxidos (SiO_2), fazendo parte de rochas, areias e argila. Pode combinar-se com o Al, Ca, Fe, K, Mg ou Na, formando silicatos. Na solução do solo, o Si encontra-se na forma de ácido monossilícico, H_4SiO_4 (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Solos de regiões tropicais e subtropicais submetidos à intemperização e lixiviação, com cultivos sucessivos, podem ter baixos níveis de Si trocável, devido à dessilicificação (JONES; HANDRECK, 1963). Esses solos normalmente têm baixo pH, alto teor de Al, baixa saturação por bases, alta capacidade de fixação de P e quando utilizados intensivamente, principalmente com culturas acumuladoras de Si, podem tornar-se, paulatinamente deficientes no elemento, pois a exportação não é compensada pela adubação silicatada (LIMA FILHO et al., 1999).

Até o ano de 1999 o elemento Si ainda não era aceito como essencial para os vegetais porque a sua função ainda não havia sido bem esclarecida (EPSTEIN, 1999). Porém, sua utilização no país tem sido difundida nos últimos anos, principalmente após sua inclusão como micronutriente na legislação de fertilizantes pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2004). Entretanto, sua absorção traz inúmeros benefícios para algumas espécies de plantas, principalmente gramíneas (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995). Os mecanismos bioquímicos responsáveis pelos efeitos da

deficiência de Si, ainda não estão elucidados, não havendo evidência para qualquer ligação orgânica (BIRCHALL et al., 1996).

As fontes de Si normalmente utilizadas em pesquisas são os metassilicatos de sódio e K, além do ácido silícico, com efeitos semelhantes. O metassilicato de K é utilizado na Europa, principalmente por produtores de pepino e roseiras, para o controle de oídio (BÉLANGER et al., 1995). Comercialmente, as escórias básicas de siderurgia, que são silicatos de Ca e Mg, além de poderem ser utilizadas como corretivos do solo devido à sua basicidade, são fontes de Si. Os termofosfatos magnesianos (silicofosfatos de magnésio) também se caracterizam como fontes de Si (FERREIRA, 2008).

A absorção de Si pelas plantas a partir da solução do solo dá-se de forma passiva, com o elemento acompanhando a absorção da água, como ácido monossilícico, H_4SiO_4 (MAUAD et al., 2003).

A água absorvida é perdida por meio da transpiração e o Si é acumulado nos tecidos das plantas. O mesmo é depositado principalmente na parede celular, aumentando a rigidez das células (ADATIA; BESFORD, 1986). As células epidérmicas ficam mais grossas e com um grau maior de lignificação ou silicificação, formando uma barreira mecânica ao ataque de insetos e fungos. Quando a concentração de Si aumenta na planta, o ácido monossilícico é polimerizado (YOSHIDA, 1965).

Essa concentração de Si na epiderme das folhas aumenta a rigidez da parede celular, proporcionando uma melhor arquitetura da planta, deixando as folhas mais eretas e com isso aumentando a interceptação de luz solar e a taxa fotossintética (MADEIROS et al., 2008). O Si polimeriza na superfície das folhas, formando uma camada mais dura e mais difícil de transposição pelos os insetos pragas e fungos causadores de doenças (KORNDÖRFER et al. 2003).

O Si atenua a toxidez de Fe e Mn por determinar a oxidação destes elementos pelo O_2 transportado da parte aérea, fazendo com que se depositem na superfície radicular, sendo, portanto menos absorvidos (MALAVOLTA, 1980).

Em estudos realizados na cultura do pepino, Adatia e Besford (1986) observaram que a adição de Si (100 mg kg^{-1}) no meio nutritivo, proporcionou aumento no teor de clorofila, maior massa foliar específica, atraso na senescência e aumento da rigidez das folhas maduras.

Segundo Nable et al. (1990) as plantas diferem bastante na sua capacidade de absorver o Si, até mesmo genótipos de uma mesma espécie podem ter concentrações de Si que variam por um fator superior a três, em estudos realizados com cevada. Lanning (1960) encontrou diferenças marcantes no teor de Si em órgãos distintos, entre cultivares de morangueiro.

Takahashi (1995) caracterizou as plantas em três tipos, quanto à absorção de Si: 1) Acumuladora, com um teor bastante elevado de Si, sendo a absorção ligada à respiração aeróbica (arroz e cana-de-açúcar); 2) não acumuladoras, caracterizando-se por um baixo teor do elemento, mesmo com altos níveis de Si no meio, indicando um mecanismo de exclusão (tomate acumula Si nas raízes); 3) Intermediárias, as quais tem quantidade considerável de Si, quando a concentração do elemento no meio é alta (cucurbitáceas e soja, onde translocam o Si livremente das raízes para a parte aérea).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização do experimento

O trabalho foi conduzido durante os ciclos agrícolas de 2009 a 2012, na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel-SP, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Campus de Botucatu-SP. A coordenada central onde implantou-se o experimento foi de 22° 45’S e 48° 34’W e altitude média de 750 m. O clima predominante na região é do tipo Cwa (Köeppen), ou seja, clima tropical de altitude, com inverno seco e verão chuvoso (LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, textura média (EMBRAPA, 2006).

Tabela 1. Atributos químicos e macronutrientes na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo. São Manuel – SP, UNESP (2009).

pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----			mmol _c dm ⁻³	-----				mg dm ⁻³
4,3	9	6	6	11	1,5	6	3	11	49	25	6
Boro		Cobre		Ferro		Manganês				Zinco	Silício
-----			mg dm ⁻³						-----		
0,35		1,5		31		12,8				0,4	2,1

Fonte: Laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais. Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP Campus de Botucatu.

5.2 Coleta dos dados meteorológicos

Os dados de precipitação pluviométrica e temperaturas máximas, médias e mínimas mensais foram fornecidos pelo Posto Meteorológico do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e encontram-se na Figura 1.

5.3 Condução do experimento

As mudas foram obtidas de um laboratório de cultura de tecidos vegetais *in vitro* e a cultivar empregada foi a ‘Prata-Anã’ (grupo genômico AAB). No plantio foi adotado o espaçamento de 2,5 m entre linhas e 2,5 m entre plantas, resultando numa área de 6,25 m² por planta.

A área experimental foi constituída por 208 plantas, sendo 80 plantas úteis e as demais serviram de bordadura. Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados, sendo cada bloco constituído por cinco tratamentos, num total de 20 plantas por bloco (quatro por parcela). 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 (ROSSETTI, 2002). Por estes motivos, neste experimento, as parcelas foram constituídas por quatro plantas.

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo para análise das propriedades químicas do solo e para determinação dos tratamentos, constituídos de combinações entre escória de aciaria e de calcário dolomítico, calculadas pelo método de saturação por bases, segundo Raij et al. (1997).

A escória de aciaria utilizada foi cedida pela empresa siderúrgica Mannesmann, com sede no município de Belo Horizonte – MG. O calcário utilizado foi adquirido no comércio local. Estes corretivos de acidez do solo foram analisados no Laboratório de Adubos e Corretivos do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, pertencente à Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Campus de Botucatu-SP, para determinação de suas composições químicas e físicas (Tabelas 2 e 3).

A avaliação química de corretivos da acidez dos solos para fins agrícolas consta da determinação do poder de neutralização (PN), e do cálcio e magnésio. Para a análise química utilizou-se o método oficial brasileiro definido para os calcários (BRASIL, 1986). A análise física constituiu na determinação da composição granulométrica dos materiais, mediante a porcentagem de partículas retidas nas peneiras, ABNT n° 10 ($\varnothing = 2$ mm), ABNT n° 20 ($\varnothing = 0,84$ mm), ABNT n° 50 ($\varnothing = 0,30$ mm) e fundo ($\varnothing < 0,30$ mm).

Para a determinação das doses de escória de aciaria e calcário dolomítico realizou-se uma incubação do solo, avaliando-o aos 30, 60 e 90 dias com o objetivo de se obter curvas de neutralização dos solos e equações matemáticas que determinassem a quantidade equivalente de óxidos de cálcio e magnésio necessários para elevar o pH_{CaCl₂} do solo a 5,5. Aplicou-se quatro doses 1, 2, 4 e 8 t ha⁻¹, mais uma testemunha, sem aplicação de corretivo. Durante o período de incubação a umidade do solo foi mantida próxima a 70 % da capacidade de campo.

Após os períodos de 30, 60 e 90 dias, foram coletadas amostras de solo, homogeneizando o total de solo, seguido de retirada da amostra, a qual foi seca ao ar e peneirada em malha de 2 mm. Em seguida determinou-se o pH em CaCl₂ a 0,01 mol L⁻¹ (RAIJ et al., 2001).

Os dados foram analisados e os valores de pH foram submetidos à análise de variância (teste F), e submetidos à análise de regressão, escolhendo-se o modelo matemático de menor nível de significância, sempre inferiores a 5% de probabilidade (PIMENTEL GOMES, 1991). Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 4,2 (FERREIRA, 2000).

Aplicou-se as doses recomendadas no primeiro experimento, calculadas após 90 dias de incubação para atingir o pH 5,5. Desta maneira, objetivou-se aplicar doses equivalentes em CaCO₃ e CaSiO₃.

Com as equações $y = 4,334462 + 0,578275x - 0,035723x^2$ e $y = 4,402062 + 0,178813x$, para o calcário dolomítico e a escória de aciaria, respectivamente.

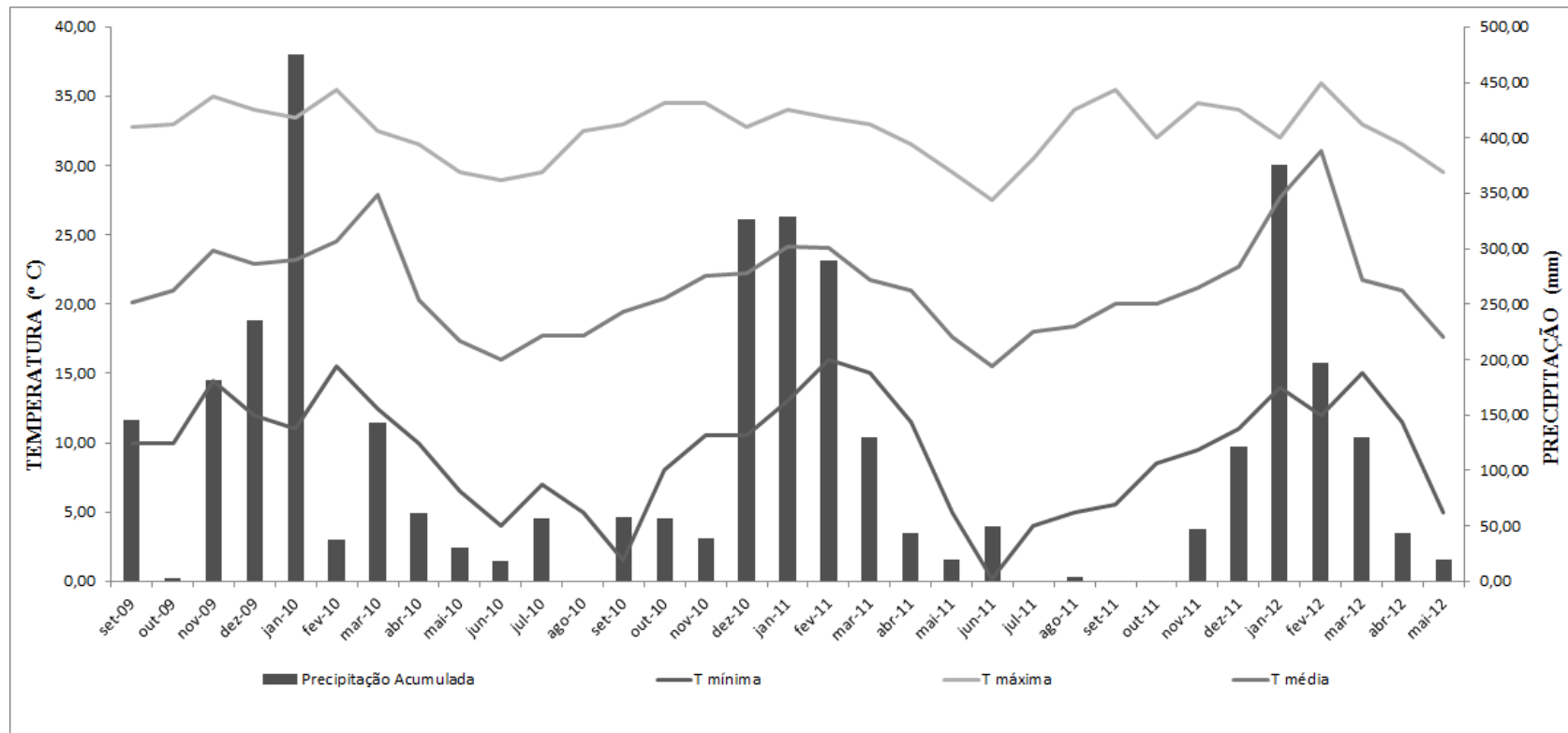


Figura 1. Precipitação pluvial mensal acumulada (mm) e temperaturas mínima, máxima e média (°C) registradas durante a condução do experimento, nos anos agrícolas de 2009 e 2012. São Manuel - SP. Fonte: Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA/UNESP, Botucatu – SP (2013).

Tabela 2. Composição química da escória de aciaria e do calcário dolomítico. Botucatu – SP (2009).

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S		
-----% de Matéria Seca -----								
Escória de Aciaria	0,14	1,20	0,03	21,63	1,56	0,32		
Calcário Dolomítico	0,10	0,37	0,02	27,50	1,60	0,35		
	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn	Si	SiO ₂
-----g kg ⁻¹ -----								
-----mg kg ⁻¹ -----								
Escória de Aciaria	0,90	0,03	193,50	21,50	0,60	0,07	91,00	195,00
Calcário Dolomítico	0,40	0,02	36,80	4,80	0,60	0,05	N/D	N/D

Fonte: Laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais. Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP Campus de Botucatu (2009).

Tabela 3. Composição química e física da escória de aciaria e do calcário dolomítico. Botucatu – SP (2009).

Materiais	CaO	MgO	Peneiras (ABNT N° 10) ¹				RE	PN	PRNT	Umidade
			-----% de partículas retiradas-----							
			Pen 10	Pen 20	Pen 50	Fundo				
Escória	22,40	4,48	0,23	13,57	32,63	53,57	75,86	52,2	40,00	0,98
Calcário	32,00	18,00	0	5,00	20,00	75,00	89,70	102,00	90,50	0,96

Fonte: Laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais. Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP Campus de Botucatu. (1) ABNT N° 10 = fração superior a 2,00 mm; ABNT N° 20 = fração de 2,00 - 0,84 mm; ABNT N° 50 = fração de 0,84 - 0,30 mm; fundo (ABNT N° <50) = fração inferior a 0,30 mm; RE= reatividade, expressa o percentual do corretivo que reage em três meses; PN = poder neutralizante, expressa o potencial químico do corretivo, em equivalente de CaCO₃; Métodos utilizados de acordo com a legislação brasileira de calcários (BRASIL, 1986).

As combinações entre escória de aciaria e/ou calcário dolomítico foram calculadas para elevar o pH a 5,5. Os tratamentos foram constituídos por cinco combinações entre escória de aciaria e calcário dolomítico, conforme observado abaixo (Figura 2):

Tratamento um (T1) = 2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria (Controle 100% de calcário)

Tratamento dois (T2) = 1,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1,5 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria (25% de escória e 75% de calcário)

Tratamento três (T3) = 1,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 3,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria (50% de escória e 50% de calcário)

Tratamento quatro (T4) = 0,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 4,5 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria (75% de escória e 25% de calcário)

Tratamento cinco (T5) = 0,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 6,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria (100% de escória)

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	B4
X	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	B2
X	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	B3
X	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	B1
X	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	O	O	X	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X	Planta da bordadura																
O	Planta da parcela																
	Linha de microaspersor																

Figura 2. Croqui da área experimental de bananeira ‘Prata-Anã’ submetida a diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria na Fazenda Experimental de Ensino Pesquisa e Produção - FEEPP da FCA/UNESP, Botucatu – SP, no município de São Manuel – SP (2013).

As aplicações dos corretivos de solo foram realizadas no dia 01/08/2009, 90 dias antes da implantação da cultura.

No dia 15/10/2009, uma semana antes da instalação do experimento, foi realizada uma adubação básica em todas as unidades experimentais, baseada na interpretação dos resultados da análise de solo com fertilizantes inorgânicos e orgânicos, segundo Piza Júnior et al. (1997).

As mudas foram plantadas no campo no dia 02/11/2009, 90 dias após a aplicação dos corretivos de acidez do solo.

A adubação de formação foi realizada após o pegamento das mudas e a adubação de produção foi feita a cada dois meses, com base na análise de solo, realizada a cada seis meses, de acordo com a recomendação de Quaggio; Raij (1997). Os adubos utilizados foram a sulfato de amônio (plantio), ureia (durante o ciclo), super fosfato simples, cloreto de potássio, ácido bórico e sulfato de zinco.

Foi utilizado o sistema de irrigação localizada por microaspersão, sendo a lâmina de irrigação calculada pelas medidas de evapotranspiração de referência do tanque classe A, coletadas diariamente.

Foi constatado por meio da primeira amostragem de solo, realizada em janeiro de 2010, que havia a necessidade de reaplicação das composições dos corretivos de acidez do solo nos seguintes parcelas: B1T1, B1T2, B1T3, B1T4, B1T5, B2T1, B2T2, B2T3, B4T1 e B4T3. Esta reaplicação foi feita para que as referidas parcelas atingissem o valor de pH 5,5 e se iguallassem às demais parcelas.

5.3.1 Avaliações químicas do solo

Durante a condução do experimento, procedeu-se a coleta de quatro amostragens de solo, em intervalos de seis meses. Estas foram coletadas em cada parcela, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, retirando-se quatro subamostras, que foram misturadas e uniformizadas, para retirada de uma amostra composta. Estas amostras foram secas ao ar e peneiradas por meio de peneira com malha de dois milímetros. Em seguida, foram feitas as análises químicas do solo para determinação do pH em CaCl₂, H+Al (QUAGGIO; RAIJ, 2001), matéria orgânica (CANTARELLA et al., 2001), P (resina), K, Ca, Mg e S trocáveis (RAIJ et al., 2001) e, calculada a capacidade de troca de cátions (CTC) e a saturação por bases (V%). O Si solúvel no solo foi determinado colorimetricamente seguindo técnica descrita por Korndörfer et al. (1999).

Os micronutrientes e os metais pesados presentes no solo foram determinados após extração com solução de DTPA em pH 7,3, sendo que para o Boro (B) utilizou-se o método em água quente, de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (2001). A leitura dos teores disponíveis dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn, foi feita a partir dos extratos, utilizando-se um espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) e o B por fotocolorimetria. Utilizando-se estes extratos efetuou-se a leitura dos metais pesados potencialmente tóxicos Cd, Pb, Cr e Ni em espectrofotômetro de absorção atômica (ICP/OES), marca Perkin-Elmer, modelo Analyst 700, pela técnica de forno de grafite acoplado, no Laboratório de Metais pesados do Departamento de Solos e Recursos Ambientais. Os comprimentos de onda utilizados para fazer as leituras foram 228,8 nanômetros (nm) para o Cd, 283,3 nm para o Pb, 357,9 nm para o Cr e 232,0 nm para o Ni.

5.3.2 Avaliações dos teores foliares de nutrientes, silício e metais pesados

Foram coletadas folhas das quatro plantas de cada parcela para determinação dos teores de macro, micronutrientes, Si e metais pesados. Esta coleta foi realizada no início do florescimento somente do segundo ciclo de produção, coletando-se a 3ª folha a partir da inflorescência, para retirada de uma parte central da folha (cinco a 10 cm), eliminando-se a nervura central e metades periféricas (QUAGGIO et al., 1997). As folhas foram lavadas (água corrente, sabão neutro e água deionizada) e levadas para secagem em estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 60°C por 48 horas.

Esse material seco foi moído e encaminhado para análise química no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas “Prof^a. Dr^a. Leonia Aparecida de Lima” do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Os teores Si foram determinados seguindo o método descrito por Korndörfer et al. (2004).

A determinação dos teores de metais pesados Cd, Pb, Cr e Ni foram obtidas do extrato nitroperclórico, por meio da leitura dos nutrientes, a partir da digestão, segundo Malavolta et al. (1997). As leituras foram efetuadas em espectrofotômetro de absorção atômica (ICP/OES), marca Perkin-Elmer, modelo Analyst 700, pela técnica de forno de grafite acoplado, no Laboratório de Metais Pesados do Departamento de Solos e Recursos Ambientais - Ciência do Solo. Os comprimentos de onda utilizados para fazer as leituras foram 228,8 nanômetros (nm) para o Cd, 283,3 nm para o Pb, 357,9 nm para o Cr e 232,0 nm para o Ni.

5.3.3 Avaliações dos teores de nutrientes, silício e metais pesados nos frutos

Foram utilizados os frutos cinco frutos centrais da segunda penca das quatro plantas de cada parcela para determinação dos teores de macro, micronutrientes, Si e metais pesados. Esta coleta foi realizada após as avaliações pós-colheita dos frutos. Os frutos foram lavados (água corrente, sabão neutro e água deionizada), retirado a casca, cortados em pequenos pedaços e levados para secagem em estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 60°C até atingirem peso constante.

Parte desse material seco foi moído e encaminhado para análise química no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas “Prof^a. Dr^a. Leônia Aparecida de Lima” do Departamento de Solos e Recursos Ambientais - Ciência do Solo, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Os teores Si foram determinados seguindo o método descrito por Korndörfer et al. (2004).

A determinação dos teores de metais pesados Cd, Pb, Cr e Ni foram obtidas do extrato nitroperclórico, por meio da leitura dos nutrientes, a partir da digestão, segundo Malavolta et al. (1997). As leituras foram efetuadas em espectrofotômetro de absorção atômica (ICP/OES), marca Perkin-Elmer, modelo Analyst 700, pela técnica de forno de grafite acoplado, no Laboratório de Metais Pesados do Departamento de Solos e Recursos Ambientais - Ciência do Solo. Os comprimentos de onda utilizados para fazer as leituras foram 228,8 nanômetros (nm) para o Cd, 283,3 nm para o Pb, 357,9 nm para o Cr e 232,0 nm para o Ni.

5.3.4 Avaliações biométricas da bananeira e produção

As avaliações de crescimento, desenvolvimento e produção foram realizadas a cada 30 dias, durante dois ciclos, sendo medidas: altura da planta (ALT), utilizando-se uma régua graduada, medindo-se da base até a inserção da roseta, sendo os resultados expressos em metros (m); circunferência do pseudocaule 30 cm acima do solo (CRIC), utilizando-se uma fita métrica, sendo os resultados expressos em centímetros (cm) e o número de folhas emitidas (NFE).

No primeiro ciclo avaliou-se o número de dias entre o plantio e o surgimento da inflorescência (NDPF); número de dias entre o plantio e a retirada do coração (NDPRC) e o número de dias entre o plantio e a colheita (NDPC). Para ambos os ciclos, foram determinados o número de dias do florescimento a colheita (NDFC); o número de dias da retirada do coração a colheita (NDRCC) e número de folhas na colheita (NFC).

As colheitas foram realizadas no período da manhã, sendo o cacho colhido quando os frutos estavam verdes, de acordo com a classificação da Ceagesp (1998), no estágio de maturação com aproximadamente 36 a 38 milímetros de diâmetro.

Quanto à produção, foram avaliadas as seguintes características: PF = peso dos frutos (kg); PENG = peso do engaço (kg); PC = peso do cacho (kg); NF = número de frutos por cacho; PMF = peso médio do fruto (g), obtido através da divisão do número total de frutos e o peso dos frutos; PROD = produtividade (Mg ha^{-1}), calculada por meio do peso médio dos cachos, sem engaço e um estande de 1600 plantas. ha^{-1} e NPEN = número de pencas. Da segunda penca de cada cacho avaliou-se: PSP = peso da segunda penca (kg) e NFSP = número de frutos na segunda penca. Dos cinco frutos centrais desta penca avaliou-se: CF = comprimento dos frutos, por meio das distâncias entre as extremidades dos frutos, com o uso de uma régua graduada, sendo os resultados foram expressos em centímetros (cm) e DF = diâmetro dos frutos, medido na região central dos frutos com auxílio de um paquímetro manual, sendo os resultados expressos em milímetros (mm).

5.3.5 Caracterização físico-química dos frutos

Para todas as avaliações foram coletados os cinco frutos centrais da 2ª penca de quatro plantas de cada parcela. Os frutos foram conduzidos do campo para o Laboratório do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus de Botucatu da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP, onde foram realizadas as seguintes análises físico-químicas:

- Textura: medida nos frutos inteiros com casca, em dois diferentes pontos centrais dos frutos, utilizando-se Texturômetro Stevens – LFRA Texture Analyser, com ponta de prova TA 9/1000. A velocidade de penetração foi de 2 mm s^{-1} e profundidade de 20 mm. Os resultados foram expressos em grama-força (gf cm^{-2}).
- Para a medição do pH, utilizou-se a técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), por meio do extrato dos frutos homogeneizados, com auxílio do potenciômetro da marca Digimed DMPH-2;
- Acidez titulável (AT) foi determinada utilizando cinco gramas (g) de polpa homogeneizada e diluída para 95 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador o ponto de viragem de fenolftaleína (I.A.L, 1985), sendo expresso em porcentagem (%) de ácido málico.
- Para mensuração dos sólidos solúveis (SS), trituraram-se os frutos, retirando uma alíquota filtrada em gase e a seguir realizou-se a leitura por refratometria direta, através do

refratômetro tipo ABBE, marca ATAGO – N1, conforme recomendações feitas pela A.O.A.C (1970). Os resultados foram expressos em graus (°) Brix.

5.3.6 Avaliação Severidade de Geadas

Durante a condução do segundo ciclo de produção ocorreram baixas temperatura e altas precipitações pluviométricas no mês de Junho de 2011 (Figura 1), que resultaram em geadas durante três dias. A geada consiste num fenômeno meteorológico relacionado às baixas temperaturas. Após este fenômeno foi realizada uma avaliação, anotando-se a severidade da geada em cada folha das quatro plantas de todas as parcelas. Foram atribuídas notas de 0 a 10, de acordo com os sintomas de severidade apresentados pelas folhas. O índice de severidade (IS) de cada parcela foi obtido pela média ponderada de quatro plantas avaliadas, modificado de Siviero; Ledo (2002). Desta forma, foi utilizada uma escala de notas, variando de zero a 10, sendo IS = 10 representou alta severidade a geada e o menor IS = 0, representou alta tolerância da planta a geada (Figura 3).

5.3.7 Tratos culturais

Foi realizado o controle de plantas invasoras, sempre que necessário, principalmente no período de maior precipitação pluviométrica, entre os meses de novembro a fevereiro.

O desbaste dos filhotes foi realizado em intervalos de 45 a 60 dias, deixando-se apenas a “planta mãe”, a “planta filha” e uma muda (“filhote” ou neta, do tipo chifre), visando eliminar o excesso de brotações das gemas que iriam formar os filhotes, os quais competem por água e nutrientes com a “planta mãe”.

A eliminação da porção terminal das raques (coração) foi realizada quando esta se encontrava de 20 a 25 cm da última penca do cacho. Esta operação é necessária para acelerar o desenvolvimento dos frutos, aumentar o peso e diminuir a incidência de traça-da-bananeira (*Opogona sacchari* (Bojer, 1856)) e de tripses (*Trypactothrips lineatus* Hood) (RANGEL et al.; 2002).



Figura 3. Escala de notas atribuídas às folhas de bananeira ‘Prata-Anã’, representando a severidade da geada. Sendo a primeira linha, da esquerda para a direita, de fotos variando as notas entre zero e quatro, e na segunda linha, da esquerda para a direita, as notas atribuídas entre cinco e dez. São Manuel – SP, UNESP (2013).

A sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola* (Mulder)) foi a doença que incidiu na bananeira, principalmente nos períodos de maior índice pluviométrico e altas temperaturas. Para seu controle, foram utilizados os fungicidas Tebuconazole (0,5 L ha⁻¹) e óleo mineral, Piraclostrobina (0,5 L . ha⁻¹) e/ou Difenconazol (0,3 L . ha⁻¹).

O monitoramento de pragas foi feito utilizando isca tipo telha (100 iscas ha⁻¹) e sempre que necessário, fez-se o controle da broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus* (Germar)) utilizando o inseticida Carbofuran (cinco gramas por isca). As iscas eram trocadas a cada 15 dias, até a diminuição do número insetos observados por isca.

5.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Verificou-se a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade através do teste de Levene. Foram utilizadas as transformações $(x + 0,5)^{1/2}$ e arco seno de $(x + 0,5)^{1/2}$ quando os dados não apresentavam distribuição normal e homogeneidade entre as variâncias (BANZATO; KRONKA, 2006).

Os resultados que diferiram estatisticamente foram submetidos ao teste T (Student) ($p < 0,05$) ou quadrática ($p < 0,05$), utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Propriedades químicas do solo

6.1.1 *Análise básica*

Como pode ser observado na Tabela 4, o pH não apresentou diferença significativa em função das combinações entre o calcário dolomítico e a escória de aciaria, em nenhuma das quatro amostragens realizadas. Esse efeito é decorrente de ambos os materiais serem eficientes como corretivos de acidez do solo. Portanto, a escória pode ser usada isolada ou combinada com o calcário dolomítico, uma vez que favorecem a neutralização da acidez do solo. A reação dos corretivos de acidez é função das características intrínsecas do produto, tempo de aplicação, das condições de umidade do solo, condições químicas solo e manejo da adubação para ocorrer à reação (COSTA, 2000; MIYAZAWA et al., 2002). A solubilização desses corretivos ocorre em período curto, aproximadamente 30 dias, desde que as condições de umidade sejam favoráveis e o PRNT seja adequado (ZANETI et al., 2003).

Esse efeito sobre a correção da acidez do solo com aumento do pH pela aplicação de combinações entre o calcário dolomítico e escória também foi observado por Prado; Fernandes (2000, 2001 e 2003), Carvalho-Pupatto et al. (2003), Corrêa (2005), e também por Nolla; Korndörfer (2007), pois este apresenta silicato em sua composição

(CaSiO_3), e conforme Alcarde (1992) fontes de silicato apresentam solubilidade de seis a sete vezes superior a do calcário, o que facilita a mobilidade no solo.

Porém, ainda analisando a Tabela 4, observa-se que os valores de pH na profundidade 20-40 cm não foram elevados a níveis considerados satisfatórios para a bananeira. Isto ocorre porque os produtos de reação de neutralização não têm efeito rápido na redução da acidez do subsolo, pois depende da lixiviação de sais através do perfil do solo (COSTA, 2000), assim, o avanço de correção da acidez do solo só ocorre após a neutralização da camada anterior (RHEINHEIMER et al., 2000).

As pesquisas realizadas com escórias, na sua grande maioria, têm demonstrado o poder das mesmas de neutralizar a acidez do solo (PRADO; FERNANDES, 2000), assim como pode ser observado nos valores de pH encontrados durante a condução do experimento (Tabela 4).

A utilização de combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria não proporcionaram alterações significativas nos teores de Matéria Orgânica (M.O.) no solo (Tabela 4). Esses resultados estão de acordo com os relatos de Oliveira (2012), em trabalhos realizados com aplicação de escória de aciaria e calcário e onde não foram encontradas diferenças significativas entre os corretivos.

Os resultados dos teores médios de P no solo apresentados na Tabela 4 apontam efeito significativo entre os tratamentos em três amostragens, para as camadas de 0 a 20 cm de profundidade, aos seis, 12 e 24 meses após a aplicação dos corretivos. Esse efeito sobre o aumento nos teores de P no solo em função da aplicação de combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria, ocorre devido ao aumento do pH, que mesmo não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos, proporciona uma maior solubilização do P orgânico e da fração lábil, situação essa que ocorre com maior facilidade em solos ácidos, como é caso do experimento (RAIJ; QUAGGIO, 1983; QUAGGIO, 2000).

O mesmo efeito não foi encontrado na profundidade de 20 a 40 cm (Tabela 4), devido à incorporação destes corretivos terem sido efetuadas por meio de grade niveladora, que não incorpora o material a esta profundidade.

Os acréscimos de P, em função do uso de escória de aciaria, ocorreram devido ao somatório de dois fatores: o poder corretivo (alcalinizante) da escória constituintes deste material e a competição entre Si x P, pelos mesmos sítios de adsorção

no solo, interação esta, que não ocorre quando se utiliza somente o calcário (BALDEON, 1995; LÉLES, 2012; OLIVEIRA, 2012).

O aumento no teor de P_{resina} (Tabela 4) ocorre porque os ânions do silicato presentes na escória de aciaria proporcionam competição com o P pelos mesmos sítios de adsorção (BRASSIOLLI et al., 2009). O aumento nos valores médios de P também foi encontrado em outros estudos com escória de aciaria (PRADO; FERNANDES, 2001; MIGGIOLARO, 2009). Esses resultados (Tabela 4) podem ter ocorrido devido mais por conta da ação do silicato em saturar os sítios de adsorção de P do que o efeito do aumento de pH (PRADO et al., 2001). O efeito do silicato no aumento da disponibilidade de P decorreu mais em razão da dessorção de P (MA; TAKAHASHI, 1990). A aplicação de silicato aumenta a solubilidade de P no solo e diminui a fixação desse elemento contido nos adubos fosfatados (PLUCKNETT, 1971; BALDEÓN, 1995).

Este efeito se deve também ao fato de que a concentração de P encontrada na escória de aciaria (1,20% de P_2O_5 Tabela 2), é 3,24% maior que o teor de P no calcário dolomítico (0,37% P_2O_5 de Tabela 2), resultando num aumento do P presente no solo para as maiores combinações entre escória de aciaria e calcário dolomítico. Resultados semelhantes foram encontrados por Prado; Fernandes (2001), Crusciol et al. (2007), Léles (2012) e Sandim (2012).

Os corretivos de acidez silicatados aumentam a disponibilidade de P no solo, presumidamente por deslocá-lo na superfície dos sexióxidos. (RUSSEL, 1976, apud MALAVOLTA, 2006). De acordo com Carvalho (1999) esse é um efeito proporcionado pelo silicato presente em escória de siderurgia, e pode ser utilizado no sentido de minimizar as pesadas adubações fosfatadas que são normalmente recomendadas para os solos tropicais.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados dos atributos químicos do solo (acidez trocável, acidez potencial e potássio), e nesta verifica-se que a aplicação de diferentes combinações entre escória de aciaria e calcário dolomítico não diferenciou significativamente ($p < 0,05$) para as variáveis Al^{3+} (acidez trocável) e $H+Al$ (acidez potencial). Estes resultados estão de acordo com trabalhos realizados por Prado e Fernandes (2000) utilizando doses quimicamente equivalentes de escória como corretivo de acidez do solo.

Tabela 4. Valores médios dos atributos químicos no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’ (pH em CaCl₂, M.O. e P_{resina}), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP, 2013.

Combinações (Mg ha ⁻¹)	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH
	1 ^a AM 0-20	2 ^a AM 0-20	2 ^a AM 20-40	3 ^a AM 0-20	3 ^a AM 20-40	4 ^a AM 0-20	4 ^a AM 20-40
C/E	-----						
2,0 / 0,0	6,0*	5,3*	5,3*	5,3*	4,9*	4,8*	4,5*
1,5 / 1,5	5,6	5,5	4,7	4,8	4,4	4,4	4,2
1,0 / 3,0	5,7	5,2	5	5,3	4,8	4,6	4,4
0,5 / 4,5	5,8	5,6	4,9	5	4,6	4,8	4,5
0,0 / 6,0	5,9	5,5	4,8	5	4,5	4,7	4,8
MÉDIA	5,8	5,4	4,9	5,1	4,6	4,7	4,5
DMS	0,5	0,7	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5
C.V. (%)	5,6	8,5	8,0	11,1	7,4	9,0	7,8
Combinações (Mg ha ⁻¹)	M.O.	M.O.	M.O.	M.O.	M.O.	M.O.	M.O.
	1 ^a AM 0-20	2 ^a AM 0-20	2 ^a AM 20-40	3 ^a AM 0-20	3 ^a AM 20-40	4 ^a AM 0-20	4 ^a AM 20-40
C/E	----- g dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	11*	16*	17*	11*	10*	14*	13*
1,5 / 1,5	11	18	17	12	11	13	12
1,0 / 3,0	12	17	16	12	11	12	13
0,5 / 4,5	12	18	17	14	11	14	11
0,0 / 6,0	10	18	15	11	10	12	12
MÉDIA	11,2	17,4	16,4	12,0	10,6	13,0	12,2
DMS	2,6	3,5	4,6	3,9	3,8	2,0	2,8
C.V. (%)	14,8	13,1	17,8	9,9	11,3	10,0	15,0
Combinações (Mg ha ⁻¹)	P _{resina}	P _{resina}	P _{resina}	P _{resina}	P _{resina}	P _{resina}	P _{resina}
	1 ^a AM 0-20	2 ^a AM 0-20	2 ^a AM 20-40	3 ^a AM 0-20	3 ^a AM 20-40	4 ^a AM 0-20	4 ^a AM 20-40
C/E	----- mg dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	7b*	5*	3	8ab*	13*	7bc*	24*
1,5 / 1,5	8ab	5	3	5b	7	5c	14
1,0 / 3,0	6b	6	3	11a	13	10ab	29
0,5 / 4,5	11a	6	4	10a	13	10ab	13
0,0 / 6,0	11a	8	4	11a	13	12a	14
MÉDIA	8,6	6,0	3,4	9,0	11,8	8,8	18,8
DMS	13,5	18,5	18,4	15,7	13,5	14,6	28,0
C.V. (%)	12,0	15,8	14,3	14,1	34,6	13,1	41,5

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. 1^a AM = Primeira amostra (Janeiro de 2010); 2^a AM = Segunda amostra (Julho 2010); 3^aAM = Terceira amostra (Janeiro 2011); 4^a AM = Quarta amostra (Junho 2011); * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

Nota-se que para os teores médios de K (Tabela 5) as diferentes combinações entre escória de aciaria e calcário dolomítico influenciaram significativamente a concentração desse elemento ($p < 0,05$). A primeira (0-20 cm), segunda (0-20 e 20-40 cm) e quarta (0-20 e 20-40 cm) amostragens apresentaram resultados significativos em função das combinações utilizadas. Carvalho-Pupatto et al. (2004) encontram maiores teores de K no solo no tratamento que recebeu escória, em razão desse resíduo apresentar esse elemento na sua constituição.

Os efeitos sobre os teores de K no solo apresentados na Tabela 5 foram marcantes, pois em praticamente todas as amostragens houve diferença significativa pelas diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria, sendo o tratamento “quatro” ($0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário e $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$) o que mais se destaca, uma vez que recebeu a maior combinação entre escória de aciaria e calcário dolomítico. Nessa escória de aciaria (Tabela 3) existe cerca de 4,5 vezes mais K que no calcário dolomítico ($21,5 \text{ g kg}^{-1}$ e $4,8 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente). É possível inferir, nas condições experimentais ocorridas durante o ensaio, que a combinação de $0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria proporciona um aumento nos teores de K no solo quando comparado com os demais tratamentos. Esta maior disponibilização de K na solução do solo também foi observada em trabalhos realizados por Carvalho-Pupatto et al. (2004); Prado et al. (2001, 2003) utilizando escória como corretivo de acidez do solo.

O K é considerado o mais importante elemento na nutrição da bananeira, pois é encontrado em alta quantidade na planta, sendo requerido na translocação de fotoassimilados, no balanço de água, na produção de cachos e pencas e na qualidade, pelo aumento dos teores de sólidos solúveis totais e açúcares, e decréscimo na acidez da polpa e resistência dos frutos (BORGES et al., 1999).

Além disso, o K tem importante função na síntese e translocação de açúcares e de amido. Ele também diminui o dano causado pelas geadas por ser um solvente mais ativo dentro da célula, diminuindo o ponto de congelamento da solução celular. Também promove a formação de proteínas e, como cátion, o K acompanha o nitrato desde as raízes até a folha, onde é reduzido a amônio para ser incorporado ao aminoácido (MALAVOLTA, 2006). É indispensável para a formação e o amadurecimento dos frutos, por aumentar a rigidez dos tecidos e a resistência das plantas às pragas e moléstias, pois favorece o desenvolvimento do sistema radicular (BORGES et al., 1999; MALAVOLTA, 2006).

Tabela 5 – Valores médios dos atributos químicos do solo (Al^{3+} , H+Al e K) cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹)	Al^{3+}	Al^{3+}	Al^{3+}	Al^{3+}	Al^{3+}	Al^{3+}	Al^{3+}
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	----- mmol _c dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	2,7*	0,3*	1,5*	0,5*	1,0*	0,1*	1,5*
1,5 / 1,5	3,0	0,2	4,0	1,4	4,0	0,1	4,0
1,0 / 3,0	2,7	0,1	1,8	0,5	1,8	0,1	1,8
0,5 / 4,5	3,5	0,1	3,3	1,2	3,3	0,1	3,3
0,0 / 6,0	3,4	0,1	2,5	1,4	2,5	0,1	2,5
MÉDIA	3,1	0,2	2,6	1,0	2,5	0,1	2,6
DMS	1,4	0,1	2,7	1,0	2,3	0,0	1,8
C.V. (%)	21,4	18,6	18,2	30,0	24,8	11,9	16,0
Combinações (Mg ha ⁻¹)	H + Al	H + Al	H + Al	H + Al	H + Al	H + Al	H + Al
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	----- mmol _c dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	17,8*	13,9*	18,3*	16,3*	19,5*	19,6*	22,0*
1,5 / 1,5	16,2	15,6	23,8	21,4	24,8	24,9	26,3
1,0 / 3,0	18,7	15,3	21,0	17,4	21,0	22,1	23,5
0,5 / 4,5	15,4	14,2	21,8	19,8	22,8	21,2	23,0
0,0 / 6,0	17,4	14,4	21,8	20,0	23,3	20,3	22,3
MÉDIA	17,1	14,7	21,3	19,0	22,3	21,6	23,4
DMS	5,7	4,4	5,7	7,0	5,6	6,4	6,4
C.V. (%)	10,6	19,5	18,2	12,0	16,3	19,1	17,8
Combinações (Mg ha ⁻¹)	K	K	K	K	K	K	K
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	----- mmol _c dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	2,1b*	1,2c*	2,0b*	1,6*	1,2*	0,6b*	1,0ab*
1,5 / 1,5	2,2b	3,3ab	4,5a	1,6	1,6	0,9ab	0,7b
1,0 / 3,0	3,8ab	3,4ab	3,3ab	3,4	2,5	0,8ab	1,0ab
0,5 / 4,5	4,8a	2,1a	4,5a	1,8	1,5	1,3a	1,7a
0,0 / 6,0	3,0ab	1,6abc	3,2ab	3,2	2,0	0,9ab	1,6a
MÉDIA	3,2	2,3	3,5	2,3	1,8	0,9	1,2
DMS	1,8	0,6	2,4	2,3	1,3	0,5	0,9
C.V. (%)	19,3	7,3	17,6	31,8	14,9	17,0	12,5

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. 1ª AM = Primeira amostra (Janeiro de 2010); 2ª AM = Segunda amostra (Julho 2010); 3ª AM = Terceira amostra (Janeiro 2011); 4ª AM = Quarta amostra (Junho 2011); * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

Verificou-se que os teores de Ca no solo apresentaram diferença significativa entre os tratamentos na primeira (seis meses após a aplicação dos tratamentos) e segunda (12 meses após a aplicação dos tratamentos) amostragens na profundidade de zero a 20 cm (Tabela 6). Indicando que as maiores combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria proporcionaram a elevação destes teores. Resultados semelhantes foram encontrados por Deus (2010), trabalhando com escórias, silicatos, wollastonita e calcário. Pereira et al. (2010) avaliando a reatividade de escórias silicatadas da indústria siderúrgica relata o mesmo comportamento em seus trabalhos. Pesquisas realizadas com escórias, na sua grande maioria, têm demonstrado o poder das mesmas de aumentar os teores de Ca (PRADO; FERNANDES, 2000).

As combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria aumentaram o pH do solo em função da sua capacidade tampão. Essa elevação do pH com o uso do calcário é decorrente do aumento na concentração das hidroxilas, redução da concentração de H^+ em solução e precipitação do alumínio na forma de $Al(OH)_3$ (ALCARDE, 1992; PAVAN; OLIVEIRA, 1997; CAMARGO et al., 2007). O aumento nos teores de Ca no solo confirma que os corretivos de acidez do solo reagiram durante o período experimental.

No entanto, a redução nos teores de Ca com o passar do tempo pode ser explicado pela elevada extração de Ca pela cultura, vindo de acordo com os resultados encontrados por Pöttker e Ben (1998); Caires (2000) e Soratto (2005).

Segundo Korndörfer et al. (2004), a alta concentração de silicatos de Ca nas escórias possibilitam sua utilização como corretivo de acidez do solo e como fonte de Ca para as plantas, especialmente para solos arenosos com baixa fertilidade natural e baixa capacidade de trocas catiônicas (CTC). O aumento nos teores de Ca no solo em razão da utilização da escória pode apresentar efeito positivo no desenvolvimento de raízes, uma vez que são bem conhecidos os efeitos positivos deste elemento no crescimento radicular (Caires et al., 2001; Carvalho-Pupatto et al., 2004).

Segundo a análise para os teores de Mg (Tabela 6) nota-se efeito significativo para as combinações entre o calcário dolomítico e a escória de aciaria, durante a primeira amostragem (seis meses após a aplicação dos tratamentos), na profundidade de zero a 20 cm. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as demais amostragens e profundidades coletadas. Em solos com baixos teores de Mg, a resposta à aplicação da escória silicatada pode ficar comprometida, visto que, normalmente, a escória

de siderurgia apresenta baixo teor de Mg e a presença do efeito antagônico entre o Si e o Mg (ANDERSON, 1991). Esta redução nos teores de Mg também foi encontrada por Souza et al. (2008), devido ao aumento na proporção de silicato em relação ao carbonato. Segundo Fernandez et al. (2009) a presença de Mg no silicato pode estar relacionada ao $MgSiO_3$, enquanto o Mg do calcário provém da fonte pura de $MgCO_3$, a qual provavelmente deve ser mais solúvel.

Nota-se por meio da Tabela 3 que o calcário apresenta cerca de quatro vezes mais MgO que a escória de aciaria (18,00% e 4,48% de MgO respectivamente), refletindo este efeito nos atributos químicos do solo. Além disto, o Mg e o Ca competem pelo mesmo sítio de adsorção e assim quando o Ca é adsorvido o Mg se apresenta em menor quantidade por ter uma menor força de ligação (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

Na Tabela 6 são apresentados os resultados dos valores de Soma de Bases. Nessa verifica-se efeito significativo na primeira (seis meses após a aplicação dos tratamentos) e segunda (seis meses após a aplicação dos tratamentos) amostragens na profundidade de zero a 20 cm, sendo que nas demais coletas não houve diferença significativa entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Bastos (2008) utilizando escória para correção de solos cultivados com cana-de-açúcar e por Deus (2010) trabalhando com diferentes corretivos de acidez do solo, aos 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Nota-se que a escória promoveu incremento no valor de Ca (Tabela 6), que refletiu na soma de bases do solo, sendo que o tratamento “quatro” (0,5 de calcário dolomítico $Mg\ ha^{-1}$ e 4,5 $Mg\ ha^{-1}$) proporcionou os maiores valores de soma de bases. Diversos autores utilizaram como corretivo a escória e encontraram elevação na SB, indicando que o emprego da escória como corretivo está diretamente relacionado ao aumento acréscimo de Ca e a própria neutralização do Al^{3+} tóxico (PIAU, 1995; FÁZIO; GUTIERREZ, 1989; PRADO et al., 2001), que refletem nos valores da SB.

Tabela 6 – Valores médios dos atributos químicos do solo cultivados com a bananeira ‘Prata-Anã’ (Ca, Mg e SB), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹)	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	----- mmol _c dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	22,35b [*]	18,47c [*]	21,00 [#]	16,13 [#]	11,25 [#]	10,84 [#]	10,00 [#]
1,5 / 1,5	26,44ab	20,10bc	10,00	14,89	6,25	8,08	6,50
1,0 / 3,0	25,78ab	20,10bc	16,50	15,07	10,75	11,09	9,75
0,5 / 4,5	28,42ab	31,87ab	16,75	15,26	9,00	13,81	9,25
0,0 / 6,0	28,88a	34,16a	14,75	15,44	8,25	12,75	7,75
MÉDIA	26,4	24,9	15,8	15,4	9,1	11,3	8,7
DMS	6,3	10,0	12,0	13,1	5,7	7,2	6,7
C.V. (%)	15,4	15,7	23,0	25,9	20,1	20,2	22,6
Combinações (Mg ha ⁻¹)	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	----- mmol _c dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	7,04a [*]	5,38 [#]	6,50 [#]	5,35 [#]	3,75 [#]	3,07 [#]	2,50 [#]
1,5 / 1,5	6,20ab	5,30	2,75	3,02	2,25	1,98	1,75
1,0 / 3,0	5,50ab	5,01	3,50	4,06	2,50	2,89	2,50
0,5 / 4,5	4,96ab	6,61	3,25	3,45	2,25	2,46	1,50
0,0 / 6,0	4,57b	5,08	2,50	2,33	1,50	2,18	1,50
MÉDIA	5,7	5,5	3,7	3,6	2,5	2,5	2,0
DMS	2,6	2,6	4,5	3,2	2,6	1,3	1,4
C.V. (%)	14,9	15,5	14,9	21,0	18,9	16,4	15,1
Combinações (Mg ha ⁻¹)	SB	SB	SB	SB	SB	SB	SB
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	----- mmol _c dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	31,48b [*]	25,03c [*]	28,75 [#]	23,06 [#]	16,00 [#]	16,00 [#]	16,00 [#]
1,5 / 1,5	34,85ab	28,65bc	13,50	15,66	10,00	14,82	12,75
1,0 / 3,0	35,12ab	28,46bc	20,75	25,00	15,75	17,82	16,00
0,5 / 4,5	38,14a	40,55a	21,25	21,41	12,75	18,47	13,25
0,0 / 6,0	36,42ab	40,88a	18,00	20,04	11,75	17,89	13,00
MÉDIA	35,2	32,7	20,5	21,0	13,3	17	14,2
DMS	6,0	14,0	16,9	17,0	7,5	9,3	8,4
C.V. (%)	16,9	14,6	24,1	24,5	18,3	17,8	19,4

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. 1ª AM = Primeira amostra (Janeiro de 2010); 2ª AM = Segunda amostra (Julho 2010); 3ª AM = Terceira amostra (Janeiro 2011); 4ª AM = Quarta amostra (Junho 2011); # Não diferem entre si pelo teste T (Student) a 5% de probabilidade. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

Com base nos valores médios da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) observados na Tabela 7, nota-se que houve diferença significativa entre as diferentes combinações entre o calcário dolomítico e a escória de aciaria, na profundidade de zero a 20 cm durante a primeira (seis meses após a aplicação dos tratamentos) e segunda (12 meses após a aplicação dos tratamentos) amostragens de solo. O tratamento “quatro” ($0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria) se destaca em ambas as amostragens, como sendo o que melhor proporciona aumentos nos teores de CTC, indicando que esta combinação é bastante favorável para o desenvolvimento de bananeiras. De acordo com Freitag (2008) a grande contribuição da aplicação de resíduos no aumento da CTC do solo diz respeito ao fornecimento de Ca e K. Dessa forma, o aumento da CTC do solo, para esse caso, não vai conferir maiores quantidades de cargas negativas, mas sim uma maior disponibilidade de Ca e K no solo em relação ao H+Al, independente ou não da adsorção desses cátions básicos aos coloides do solo. A CTC dos solos representa, portanto, a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade por um prolongado período e reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes (RONQUIM, 2010). É uma propriedade físico-química intrínseca aos constituintes minerais e orgânicos do solo (BORTOLUZZI et al., 2009).

Independentemente da combinação empregada, ocorreram aumentos nos valores de V% (Tabela 7). No entanto, não houve variação significativa dos valores da Saturação por Bases (V%) em nenhuma das quatro amostragens e profundidades de coleta. Dessa forma, para as condições do experimento, é possível inferir que as diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria proporcionaram a elevação da Saturação por Bases (V%), dentro da faixa recomendada para a cultura, e que podem ser utilizados para este fim de forma isolada ou combinada que irão proporcionar boas condições para o desenvolvimento da bananeira. A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo. Um índice V% baixo significa que há pequenas quantidades de cátions, como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , saturando as cargas negativas dos coloides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H^+ e Al^{3+} (RONQUIM, 2010).

Resultados similares foram encontrados por Abreu Jr. et al. (2000) como consequência direta dos aumentos nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ e da redução da acidez do solo. Estes relatam ainda que o efeito sobre o aumento da V% está

diretamente relacionado com as propriedades químicas iniciais dos solos, notadamente do poder tampão.

O aumento das diferentes combinações entre escória de aciaria e calcário dolomítico proporcionou diferenças significativas nos teores de Enxofre (S) no solo, Tabela 7, apenas na segunda e quarta amostragens, na profundidade de coleta de 20 a 40 cm (12 e 24 meses após a aplicação dos tratamentos, respectivamente). Observa-se que o tratamento “três” (2,00 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) foi superior aos tratamentos “um” (1,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 3,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) e “cinco” (0,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 6,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) na segunda amostragem. Já na quarta amostragem, o tratamento “dois” (1,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1,5 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) foi superior aos demais tratamentos. É possível afirmar que nessas condições experimentais, apenas o tratamento “um” (2,00 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) não proporciona incrementos significativos de S na camada de 20 a 40 cm de profundidade. Esse comportamento é favorável para a cultura da bananeira, uma vez que favorece o desenvolvimento radicular mais profundo, conferindo a essas plantas maiores resistências a intemperes climáticos. Segundo Alvarez V. (1988) e Casagrande et al. (2003) o aumento do pH e a maior disponibilidade de cátions trocáveis nos solos submetidos à aplicação de corretivos de acidez, têm-se mostrado também eficientes em aumentar as quantidades de S orgânico convertido em sulfato. O fenômeno apresentado na Tabela 7 pode ser explicado devido ao S competir pelo mesmo sítio de ação do P (Tabela 4). Este comportamento se deve ao fato de que o P desloca o S ocupando os mesmos sítios de adsorção.

De acordo com Alvarez V. et al. (2007) as condições do solo como: pH, drenagem, composição mineralógica, teor de M.O., quantidade e qualidade de resíduos orgânicos incorporados e profundidade deste nutriente podem afetar a disponibilidade de S no solo. Além da disponibilidade dos sítios de adsorção, outros fatores importantes na determinação do grau de adsorção do SO₄²⁻ é a competição com outros ânions e o tipo de cátion acompanhante (BISSANI; TEDESCO, 1998). Portanto, o ânion que mais compete com o SO₄²⁻ pelos sítios de adsorção é o H₂PO₄⁻, sendo possível o estímulo à lixiviação de SO₄²⁻ para camadas subsuperficiais (ALVAREZ V. et al., 2007).

Tabela 7 – Valores médios dos atributos químicos no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’ (CTC, V% e S), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹)	CTC	CTC	CTC	CTC	CTC	CTC	CTC
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	----- mmol _c dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	46,63ab*	42,26c*	47,00*	39,33*	35,25*	35,55*	37,75*
1,5 / 1,5	44,37b	42,52c	37,00	37,03	35,00	39,75	38,75
1,0 / 3,0	49,08ab	44,59bc	42,00	42,43	36,50	39,89	39,25
0,5 / 4,5	52,25a	57,60a	43,00	41,23	35,25	39,65	36,00
0,0 / 6,0	49,32ab	55,14ab	40,00	40,07	35,00	38,22	35,00
MÉDIA	48,3	48,4	41,8	40,0	35,4	38,6	37,4
DMS	7,8	11,6	15,2	12,5	2,1	4,7	6,3
C.V. (%)	10,5	15,6	10,8	20,3	11,9	7,9	10,9
Combinações (Mg ha ⁻¹)	V%	V%	V%	V%	V%	V%	V%
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	----- (%) -----						
2,0 / 0,0	72,19*	54,69*	53,75*	55,44*	43,50*	44,81*	41,00*
1,5 / 1,5	64,79	61,69	36,25	42,40	28,50	37,33	32,00
1,0 / 3,0	68,23	57,37	48,50	58,89	43,00	43,41	38,00
0,5 / 4,5	71,27	69,06	47,25	48,18	35,50	46,46	37,00
0,0 / 6,0	68,43	68,90	42,00	48,38	32,75	45,86	35,00
MÉDIA	69,0	62,3	45,6	50,7	36,7	43,6	36,6
DMS	10,3	16,1	21,8	25,7	17,4	19,7	12,7
C.V. (%)	9,7	16,8	17,2	16,6	15,2	14,4	16,5
Combinações (Mg ha ⁻¹)	S	S	S	S	S	S	S
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	----- mg dm ⁻³ -----						
2,0 / 0,0	5,27*	5,23*	10,25b*	5,22*	9,50*	5,19*	9,50b*
1,5 / 1,5	4,24	6,93	10,75ab	7,86	14,75	7,79	15,25a
1,0 / 3,0	4,51	6,87	11,75a	8,01	11,00	8,10	11,75b
0,5 / 4,5	6,11	6,09	10,75ab	6,16	10,00	6,00	10,50b
0,0 / 6,0	5,19	5,54	10,00b	5,73	8,75	5,69	9,00b
MÉDIA	5,1	6,1	10,7	6,6	10,8	6,6	11,2
DMS	2,7	2,1	1,1	3,2	5,3	3,2	3,5
C.V. (%)	15,4	18,0	6,8	16,1	16,2	16,0	20,2

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. 1ª AM = Primeira amostra (Janeiro de 2010); 2ª AM = Segunda amostra (Julho 2010); 3ª AM = Terceira amostra (Janeiro 2011); 4ª AM = Quarta amostra (Junho 2011); * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

O H_2PO_4^- é retido com maior energia que o SO_4^{2-} , fazendo com que o H_2PO_4^- seja adsorvido em maior quantidade e com menor reversibilidade (CHAO, 1964). Deste modo não havendo P suficiente para ocupar os sítios de adsorção, grande parte do S é rapidamente adsorvido pelo solo (MATTOS, 1988).

O pH torna-se um dos principais fatores que controlam a disponibilidade e a movimentação de SO_4^{2-} no solo, sobretudo nos solos oxídicos, que apresentam carga variável dependente de pH (CASAGRANDE et al., 2003). Nesses solos, práticas de manejo, como a calagem, modificam a capacidade de adsorção e de fixação do SO_4^{2-} , e conseqüentemente alteram sua disponibilidade para as plantas (ALVAREZ V. et al., 2007).

6.1.2 Micronutrientes e silício

Na Tabela 8 são apresentados os valores médios dos teores de B, Cu e Fe presentes no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Verifica-se que a aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria não diferenciou significativamente ($p < 0,05\%$) para os elementos B, Cobre (Cu) e Ferro (Fe). Esses resultados estão de acordo com trabalhos realizados por Prado et al. (2001), que aplicaram escória de siderurgia em quatro doses: 0; 3,0; 6,1 e 9,3 Mg ha^{-1} , equivalentes a 0; 1,23; 2,52 e 3,80 Mg ha^{-1} de CaCO_3 , incorporada na camada de zero a 20 cm de profundidade no solo. Este comportamento ocorreu devido ao fato de que o pH do solo e a saturação por bases também não se diferenciaram significativamente para as combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria (Tabelas 4 e 7, respectivamente).

Observa-se na Tabela 13 que apesar de não ter apresentado diferença significativa, os teores de B vão aumentando durante o período avaliado. Provavelmente a redução do pH do solo ao longo desse ensaio, faz com que esse elemento fique mais disponível na solução do solo. De acordo com Raij (2011) a aplicação de grandes quantidades de corretivos de acidez no solo faz com que o B fique cada vez menos disponível para as culturas. Ressalta-se ainda que os teores elevados do elemento ocorram em solos ácidos. Além disto, por meio da Tabela 4 observa-se que as maiores concentrações de M.O. coincidem com os maiores teores de B no solo.

Tabela 8 – Valores médios dos atributos químicos no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’ (B, Cu e Fe), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹)	B	B	B	B	B	B	B
	0-20 1 ^a AM	0-20 2 ^a AM	20-40 2 ^a AM	0-20 3 ^a AM	20-40 3 ^a AM	0-20 4 ^a AM	20-40 4 ^a AM
C/E	-----		mg dm ⁻³	-----			
2,0 / 0,0	0,46*	0,21*	0,26*	0,80*	0,88*	1,46*	1,54*
1,5 / 1,5	0,50	0,30	0,28	0,83	0,87	2,74	2,52
1,0 / 3,0	0,55	0,38	0,32	2,17	1,93	1,70	1,92
0,5 / 4,5	0,47	0,33	0,32	1,09	1,09	1,32	1,26
0,0 / 6,0	0,45	0,30	0,26	2,64	1,48	1,88	1,79
MÉDIA	0,5	0,3	0,3	1,5	1,3	1,8	1,8
DMS	0,2	0,1	0,1	2,2	1,5	1,5	0,4
C.V. (%)	10,5	17,5	15,6	24,5	18,0	17,1	14,7
Combinações (Mg ha ⁻¹)	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu
	0-20 1 ^a AM	0-20 2 ^a AM	20-40 2 ^a AM	0-20 3 ^a AM	20-40 3 ^a AM	0-20 4 ^a AM	20-40 4 ^a AM
C/E	-----		mg dm ⁻³	-----			
2,0 / 0,0	1,30*	0,90*	1,00*	1,00*	1,00*	1,10*	1,20*
1,5 / 1,5	1,20	1,00	1,20	1,10	1,10	1,20	1,10
1,0 / 3,0	1,20	0,90	1,20	0,90	1,10	1,00	1,30
0,5 / 4,5	1,20	0,90	1,10	0,90	1,00	0,10	1,00
0,0 / 6,0	1,20	0,90	1,10	1,00	1,10	1,00	1,00
MÉDIA	1,2	0,9	1,1	1,0	1,1	0,9	1,1
DMS	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4
C.V. (%)	9,7	13,7	15,4	14,9	13,9	13,5	16,2
Combinações (Mg ha ⁻¹)	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe
	0-20 1 ^a AM	0-20 2 ^a AM	20-40 2 ^a AM	0-20 3 ^a AM	20-40 3 ^a AM	0-20 4 ^a AM	20-40 4 ^a AM
C/E	-----		mg dm ⁻³	-----			
2,0 / 0,0	13,0*	14,0*	16,0*	18,0*	20,0*	21,0*	25,0*
1,5 / 1,5	13,0	15,0	21,0	23,0	23,0	30,0	28,0
1,0 / 3,0	15,0	16,0	21,0	20,0	21,0	20,0	22,0
0,5 / 4,5	16,0	16,0	21,0	25,0	23,0	25,0	23,0
0,0 / 6,0	16,0	16,0	19,0	22,0	21,0	22,0	22,0
MÉDIA	14,6	15,4	19,6	21,6	21,6	23,6	24,0
DMS	6,4	3,6	7,8	7,7	6,8	11,2	7,9
C.V. (%)	14,0	15,5	12,0	11,2	20,3	12,7	16,9

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. 1^a AM = Primeira amostra (Janeiro de 2010); 2^a AM = Segunda amostra (Julho 2010); 3^aAM = Terceira amostra (Janeiro 2011); 4^a AM = Quarta amostra (Junho 2011); * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

O B disponível no solo encontra-se principalmente associado à matéria orgânica, pois é uma importante fonte de B para o solo, portanto tende a apresentar maior concentração nos horizontes superficiais do solo (GOLDBERG, 1997; RAIJ, 2011).

Os resultados dos teores médios de Mn, Zn e Si no solo cultivado com a bananeira 'Prata-Anã', submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria estão apresentados na Tabela 9. Observa-se que a aplicação dos tratamentos não diferenciou significativamente ($p < 0,05\%$) os teores de Mn e Zinco (Zn), já o Si apresentou diferença significativa entre os tratamentos na segunda (doze meses após a aplicação dos tratamentos, zero a 20 cm de profundidade) e quarta (vinte e quatro meses após a aplicação dos tratamentos, 20 a 40 cm de profundidade) amostragens.

Souza et al. (2008) verificaram que para o Mn a influência da aplicação de silicato não foi significativa. Freitag (2008) observou que quando se aplica escória os teores de Mn foram menos evidentes quando comparado à testemunha por este resíduo apresentar alta concentração de Mn. No entanto, apresentaram tendência de redução da disponibilidade deste em função do aumento do pH do solo proporcionado por este resíduo.

A aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria não proporcionou diferenças significativas entre os valores de pH (Tabela 4) e por isto os valores de Zn não diferiram (Tabela 9). De acordo com Sousa; Lobato (2004) e Malavolta (2006), com o aumento do pH do solo pode ocorrer redução na disponibilidade de micronutrientes como o Zn.

Com relação às diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria analisadas, notou-se uma menor concentração dos teores de Si no solo quando se utilizou o tratamento "um" ($2,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $0,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria). A partir desses resultados (Tabela 9) é possível concluir que quando se utiliza escória de aciaria os teores de Si no solo são elevados e diferem estatisticamente do tratamento "um" que não se utilizou este resíduo. Avaliando a disponibilidade de Si no solo, mediante a aplicação de escórias de siderurgia, Carvalho-Pupatto et al., (2004), Pereira et al., (2007) e Fonseca (2007) também observaram incremento significativo na concentração do Si no solo.

Tabela 9 – Valores médios dos atributos químicos no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’ (Mn, Zn e Si), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹)	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	-----		mg dm ⁻³	-----			
2,0 / 0,0	8,8*	4,6*	5,4*	12,3*	13,5*	23,3*	27,7*
1,5 / 1,5	10,4	6,2	8,4	17,7	18,8	33,1	32,8
1,0 / 3,0	11,3	6,9	8,6	16,5	16,1	27,6	30,7
0,5 / 4,5	11,4	7,6	9	18,9	18,1	26,4	26,5
0,0 / 6,0	11,6	6,3	10,7	16,6	19,4	33,3	28,7
MÉDIA	10,7	6,32	8,42	16,4	17,18	28,74	29,28
DMS	4,1	2,7	5,3	7,3	5,9	11,4	13,4
C.V. (%)	12,2	12,9	17,8	11,0	11,3	20,6	15,4
Combinações (Mg ha ⁻¹)	Zn	Zn	Zn	Zn	Zn	Zn	Zn
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	-----		mg dm ⁻³	-----			
2,0 / 0,0	0,5*	1,3*	0,5*	2,2*	1,7*	1,8*	8,0*
1,5 / 1,5	0,5	1,0	0,5	1,4	1,1	4,0	3,2
1,0 / 3,0	0,3	0,9	0,5	2,2	3,5	1,8	6,1
0,5 / 4,5	0,4	0,7	0,5	5,3	3,1	2,3	2,0
0,0 / 6,0	0,3	0,6	0,3	5,0	4,6	2,3	4,6
MÉDIA	0,4	0,9	0,5	3,2	2,8	2,4	4,8
DMS	0,6	1,4	0,5	6,7	5,7	2,6	9,3
C.V. (%)	11,7	21,5	9,8	45,8	45,8	23,9	48,99
Combinações (Mg ha ⁻¹)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	0-20 1ª AM	0-20 2ª AM	20-40 2ª AM	0-20 3ª AM	20-40 3ª AM	0-20 4ª AM	20-40 4ª AM
C/E	-----		mg kg ⁻¹	-----			
2,0 / 0,0	3,3*	2,4b*	2,4*	2,5*	2,1*	2,1*	1,7b*
1,5 / 1,5	3,8	2,6ab	2,6	2,6	1,9	2,5	2,0b
1,0 / 3,0	4,2	3,2a	3,2	2,8	2,5	2,5	2,1b
0,5 / 4,5	4,5	3,8a	3,7	3,1	2,3	2,8	2,9a
0,0 / 6,0	4,4	3,4a	3,4	3,4	2,5	3,1	1,8b
MÉDIA	4,0	3,1	3,1	2,9	2,3	2,6	2,1
DMS	1,9	1,2	1,2	1,5	1,0	1,9	0,7
C.V. (%)	14,6	12,3	14,5	18,6	15,9	19,3	10,7

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. 1ª AM = Primeira amostra (Janeiro de 2010); 2ª AM = Segunda amostra (Julho 2010); 3ªAM = Terceira amostra (Janeiro 2011); 4ª AM = Quarta amostra (Junho 2011); * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

O baixo teor de Si “disponível” observado na análise inicial do solo $2,1 \text{ mg dm}^{-3}$ (Tabela 1) é importante, pois, aumenta o potencial de resposta da escória de aciaria como fonte de Si para o solo. Outros autores relataram concentração baixa de Si nos solos tropicais, embora, seja variável com o tipo de solo. Korndörfer et al. (1999), avaliaram quatro solos (Latosolo Vermelho-Escuro álico (LEa), Latossolo Vermelho Amarelo álico (LVa), Latossolo Roxo distrófico (LRd) e Areia Quartzosa álica (AQa)) do Triângulo Mineiro e encontraram teores de Si “disponível” variando de $3,3$ a $10,0 \text{ mg dm}^{-3}$ extraído com CaCl_2 $0,0025 \text{ mol L}^{-1}$. Melo (2005) analisando a concentração de Si “disponível”, também extraído com CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, em oito solos do estado de São Paulo, encontrou teores de Si variando de $4,1$ a $43,3 \text{ mg dm}^{-3}$. Esse baixo teor de Si é consequência do avançado grau de intemperismo em que se encontram os solos de regiões tropicais e dos elevados teores sesquióxidos de Fe e Al (MALAVOLTA, 1980), que são os principais responsáveis pela adsorção de Si em solução (MENGEL; KIRKBY, 1987).

6.1.3 Metais pesados no solo

Na Tabela 10 são apresentados os resultados dos valores médios de metais potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cr e Ni) no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Verifica-se que não houve diferença ($p < 0,05\%$) entre os teores de Cd, Pb, Cr e Ni.

Observa-se (Tabela 10) que a aplicação de diferentes combinações de calcário dolomítico e escória de aciaria não promoveram alterações expressivas sobre a disponibilidade destes metais potencialmente tóxicos no perfil do solo, enquanto que os teores de Cr não foram detectados pelo método analítico empregado. Os tratamentos apresentaram teores de metais pesados potencialmente tóxicos inferiores aos permitidos pela Legislação Brasileira (ABNT NBR 10004, 2004), possibilitando sua utilização de forma sustentável no solo, respeitando-se as Leis normatizadoras (CETESB, 2005). Estes resultados ocorreram devido ao comportamento dos metais pesados serem influenciados por vários atributos do solo, como: teor de argila, matéria orgânica, conteúdo de óxidos e pH (BORGES; COUTINHO, 2004b), sendo, talvez, a matéria orgânica a principal

responsável pela complexação desses elementos tóxicos no solo, tornando-os indisponíveis às plantas (MIGGIOLARO, 2009).

A elevação nos valores de pH do solo reduz a disponibilidade de elementos como os metais pesados potencialmente tóxicos e promove precipitação desses na forma de hidróxidos, fosfatos e carbonatos, e de complexos insolúveis com a matéria orgânica (MELO et al., 2002). Existem outros relatos de comportamentos similares encontrados por Borges; Coutinho (2004a), Mantovani et al. (2004) e Corrêa et al. (2004).

Para a utilização da escória de aciaria até o momento não há uma regulamentação específica e vigente quanto à presença de metais pesados potencialmente tóxicos, porém, com base na Norma NBR 10004 da ABNT (1987 revisada em 2004) que trata de resíduos em geral, pode-se inferir que a aplicação desse resíduo também não causaria problemas de poluição ambiental (FREITAG, 2008). Por isto o uso de resíduos industriais deve ser acompanhado de análises de solo para determinação periódica desses metais.

Tabela 10 – Valores médios dos metais potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cr e Ni) no solo cultivado com a bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	Cd		Pb		Cr		Ni	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
	----- µg dm ⁻³ -----							
2,0 / 0,0	35,5 [#]	32,2 [#]	3591,5 [*]	3678,8 [*]	nd	nd	439,5 [*]	490,5 [*]
1,5 / 1,5	49,0	40,4	4119,0	4543,3	nd	nd	644,4	519,2
1,0 / 3,0	35,3	43,5	3108,8	3904,3	nd	nd	388,9	486,3
0,5 / 4,5	38,0	30,7	3226,3	3654,3	nd	nd	428,2	430,1
0,0 / 6,0	53,5	36,1	3194,3	3890,6	nd	nd	460,9	429,1
MÉDIA	42,3	36,6	3448,0	3934,3	nd	nd	472,4	471,0
DMS	32,0	22,6	1212,2	1158,7	nd	nd	265,0	3,9
C.V. (%)	21,0	20,2	12,6	19,0	nd	nd	16,0	11,8

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%). nd = valor abaixo do limite de detecção do método analítico empregado.

6.2 Análise foliar da bananeira 2º Ciclo

6.2.1 Macronutrientes

Pelos resultados da análise química do tecido vegetal realizada durante o florescimento do segundo ciclo da bananeira 'Prata-Anã', submetida à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria, observa-se por meio da Tabela 11 os valores médios dos nutrientes das folhas N, P, K, Ca, Mg e S. Verifica-se que a aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria não diferenciou significativamente ($p < 0,05\%$) os teores de N, P, K, Ca, Mg e S.

Nota-se que os nutrientes apresentaram teores considerados adequados para a bananeira 'Prata-Anã'. Os teores: N = 26-36; P = 1,42 g kg⁻¹; K = 23,03 g kg⁻¹; Ca = 3-12 g kg⁻¹; Mg = 3-6 g kg⁻¹ e S 2,20 g kg⁻¹ estão na faixa considerada ideal para essa cultura (ROBINSON, 1986; JONES JR. et al., 1991; PREZOTTI, 1992; TEIXEIRA et al., 1997; RIBEIRO et al., 1999).

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com os de Prado e Fernandes (2000); Prado et al. (2002) e Gurgel (1979), que estudaram o efeito do silicato de cálcio e do calcário nos teores foliares dos macronutrientes na cana-de-açúcar, onde observaram que não houve diferença entre os tratamentos, para os teores de macronutrientes no tecido foliar.

Portanto observa-se (Tabela 11) que o uso de diferentes combinações entre o calcário dolomítico e a escória de aciaria proporcionam resultados semelhantes estatisticamente ($p < 0,05\%$) nos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) nas folhas de bananeira 'Prata-Anã'. A escória de aciaria, por apresentar o silicato de Ca que tem o comportamento semelhante ao do carbonato de Ca, podendo substituir o calcário, visto que seus efeitos são satisfatórios no que diz respeito à nutrição mineral de plantas.

No entanto alguns autores admitem faixas adequadas para macro e micronutrientes, nas condições em que foram determinadas, observando-se grande variação nas informações apresentadas (PRESOTTI, 1992; TEIXEIRA, et al., 1997; RIBEIRO, et al., 1999).

Um dos aspectos conhecidos e responsáveis pela alta produção agrícola é a adequada nutrição mineral da cultura, tendo em vista a baixa fertilidade natural

dos solos tropicais, sabe-se que, para que os fertilizantes aplicados tenham a máxima eficiência, torna-se necessária a correção da acidez do solo (BASTOS, 2008). São conhecidos os efeitos positivos de corretivos na maioria dos experimentos com a aplicação de calcário (ORLANDO FILHO et al., 1994), ou pela aplicação de escória de siderurgia (ANDERSON et al., 1987; PRADO; FERNANDES, 2000).

Tabela 11 – Valores médios dos nutrientes nas folhas da bananeira ‘Prata-Anã’ (N, P, K, Ca, Mg e S), submetida à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
2,0 / 0,0	27*	1,4*	19*	8*	3,7*	2,1*
1,5 / 1,5	27	1,4	20	8	3,8	2,2
1,0 / 3,0	26	1,3	20	7	3,1	2,1
0,5 / 4,5	28	1,4	23	7	3,2	2,2
0,0 / 6,0	25	1,4	20	8	3,5	2,1
MÉDIA	26,6	1,4	20,4	7,6	3,5	2,1
DMS	3,5	0,2	4,4	1,3	0,9	0,3
C.V. (%)	8,6	7,2	13,9	10,8	16,3	10,0

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

6.2.2 Micronutrientes e silício

Os teores foliares de B, Cu, Fe, Mn e Zn na bananeira não foram influenciados significativamente pela aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria (Tabela 12).

Os teores encontrados de B, Cu, Fe, Mn e Zn estão entre as faixas consideradas como adequadas para a cultura da bananeira segundo Quaggio et al. (1997a), B = 10-25 mg kg⁻¹; Cu = 6-30 mg kg⁻¹; Fe = 80-360 mg kg⁻¹, Mn = 200-2000 mg kg⁻¹ e Zn 20-50 mg kg⁻¹. De modo geral, os teores de nutrientes no tecido foliar mantiveram-se em níveis considerados suficientes para a cultura, independente das diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria (ROBINSON, 1986; JONES JR. et al., 1991; PREZOTTI, 1992; TEIXEIRA et al., 1997; RIBEIRO et al., 1999). Neste sentido, diante dos resultados obtidos, infere-se que os tratamentos apresentam-se como fonte de nutrientes e mantenedoras do equilíbrio nutricional das plantas.

Para o teor foliar de Si houve efeito significativo em função de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria (Tabela 12). O tratamento “cinco” (0,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 6,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria), 12,4 g kg⁻¹ de silício, foi superior ao tratamento “um” (2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) 10,2 g kg⁻¹ de silício, indicando que quando utilizado isoladamente, o silicato de cálcio proporciona incrementos significativamente superiores (p<0,05%) nos teores de Si no tecido foliar do que quando se utiliza o carbonato de cálcio. Esses resultados estão de acordo com trabalhos realizados com o uso de escória por Prado; Fernandes (2000); Prado et al. (2002) e Prado et al. (2004). Segundo Korndörfer et al. (2005), aumentos na disponibilidade de Si no solo (Tabela 9) são normalmente acompanhados por acréscimos da concentração desse elemento nas plantas, com resultados positivos no crescimento e na produtividade de diversas plantas. A variação ampla dos teores de Si no tecido vegetal é resultado tanto da fisiologia das diferentes espécies, quanto do ambiente onde as plantas se desenvolvem (CHAGAS, 2004).

Nanayakara et al. (2008) observaram que a concentração de Si no tecido vegetal aumentou com o aumento de fontes de Si aplicadas no solo. Mauad et al. (2003) observaram um aumento no teor e acúmulo de Si na planta com o aumento da dose de Si aplicada no solo. O Si teve efeito em níveis relativamente altos nos tecidos foliares da cana-de-açúcar, com a utilização de silicatos na adubação e correção da acidez, respectivamente (SAVANT et al., 1999; KORNDÖRFER et al., 2002).

Tabela 12 – Valores médios de B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nas folhas da bananeira ‘Prata-Anã’, submetida à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹)	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Si
C/E	----- mg kg ⁻¹ -----					g kg ⁻¹
2,0 / 0,0	10*	6*	132*	1208*	16*	10,2b*
1,5 / 1,5	13	6	146	1408	17	10,9ab
1,0 / 3,0	12	6	114	1431	15	11,8ab
0,5 / 4,5	11	7	110	1489	18	11,2ab
0,0 / 6,0	12	7	115	1646	15	12,4a
MÉDIA	11,6	6,4	123,4	1436,4	16,2	11,3
DMS	5,1	0,8	37,8	560,6	4,5	1,7
C.V (%)	5,9	6,9	19,9	12,7	18,3	9,7

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

6.2.3 Metais pesados

Os valores médios dos metais potencialmente tóxicos nas folhas do segundo ciclo da bananeira ‘Prata-Anã’ (Cd, Pb Cr e Ni), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria são apresentados na Tabela 13. Esses resultados revelam que não houve diferença significativa ($p < 0,05\%$) entre os tratamentos. A quantidade de Cd presentes nas folhas não foi detectada pelo método analítico empregado.

Este efeito, Tabela 13, pode ser explicado devido aos teores destes metais potencialmente tóxicos presentes no solo também não terem sofrido alteração em decorrência da aplicação destas combinações. Segundo Amaral Sobrinho et al. (1994), os níveis de metais pesados nas plantas dependem de suas concentrações no solo e das propriedades químicas desse sistema. Esses autores citam que o nível de metais pesados na planta pode ser afetado por condições ambientais, nutricionais, estágio de desenvolvimento, além de outros fatores responsáveis pelo crescimento das plantas.

Tabela 13 – Valores médios dos metais potencialmente tóxicos nas folhas da bananeira ‘Prata-Anã’ (Cd, Pb, Cr e Ni), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	Cádmio	Chumbo	Cromo	Níquel
	-----µg kg ⁻¹ -----			
2,0 / 0,0	nd	257*	1565*	1119*
1,5 / 1,5	nd	260	1624	1115
1,0 / 3,0	nd	243	1596	1126
0,5 / 4,5	nd	262	1623	1178
0,0 / 6,0	nd	277	2071	1038
MÉDIA	nd	260	1696	1115
DMS	nd	65	2690	213
C.V. (%)	nd	16	13	12

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade ($p < 0,05\%$). nd = valor abaixo do limite de detecção do método analítico empregado.

6.3 Análise química dos frutos

6.3.1 Macronutrientes

Por meio da Tabela 14 observam-se os valores das médias dos macronutrientes dos frutos do primeiro e segundo ciclos da bananeira 'Prata-Anã' (N, P, K, Ca, Mg e S), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Verifica-se que os tratamentos aplicados não proporcionaram diferença significativa ($p < 0,05\%$) para os teores de N, P, K e Ca, exceto o Mg e o S.

Para o Mg o tratamento "um", ($1,08 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg) ($2,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $0,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ escória de aciaria) foi estatisticamente superior aos tratamentos "quatro" ($1,00 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg) ($0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ escória de aciaria) e "cinco" ($1,00 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg) ($0,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ escória de aciaria), nos frutos do primeiro ciclo da bananeira 'Prata-Anã' (Tabela 14). Verifica-se ainda, que esses resultados apresentaram comportamento semelhante aos encontrados no solo (Tabela 6), durante a segunda amostragem (12 meses após a aplicação dos tratamentos). Possivelmente a menor disponibilidade de Mg no solo resultou numa menor quantidade desse elemento nos frutos, refletindo em sua qualidade.

Provavelmente o fato de que o calcário dolomítico utilizado apresenta cerca de quatro vezes mais MgO que a escória de aciaria (18,00% e 4,48% de MgO respectivamente, Tabela 3), e possa ter refletido este efeito nos atributos químicos dos frutos (Tabela 14). Segundo Anderson (1991) em solos com baixos teores de Mg, a resposta à aplicação da escória silicatada pode ficar comprometida, visto que, normalmente, a escória de siderurgia apresenta baixo teor de Mg e a presença do efeito antagônico entre o Si e o Mg.

Constata-se por meio da Tabela 14, que ocorreu redução nos teores de S nos frutos do primeiro ciclo da banana 'Prata-Anã' submetido a diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. O maior valor de S ($1,36 \text{ g kg}^{-1}$) foi encontrado no tratamento "dois" ($1,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $1,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria) e o menor valor no tratamento no tratamento "quatro" ($0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria). Estes valores estão de acordo com trabalhos realizados com nutrição mineral vegetal por Hiroce et al. (1977) e Bataglia (1976). Observa-se (Tabela 14) ainda que os teores de S encontrados nos frutos do

primeiro ciclo da bananeira ‘Prata-Anã’ que estão dentro das faixas consideradas adequadas para os frutos de banana, segundo Quaggio et al. (1997a) e Bleinroth (1990).

Tabela 14 – Médias dos atributos químicos dos frutos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’ (N, P, K, Ca, Mg e S), submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	N		P		K	
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	g kg ⁻¹					
2,0 / 0,0	6,1*	5,8*	0,8*	0,9*	15,0*	11,0*
1,5 / 1,5	6,2	5,9	0,8	1,0	15,0	12,0
1,0 / 3,0	5,9	5,6	0,7	0,9	14,0	10,0
0,5 / 4,5	5,8	5,6	0,7	1,0	14,0	12,0
0,0 / 6,0	6,1	5,7	0,7	1,0	15,0	11,0
MÉDIA	6,0	5,7	0,7	1,0	14,6	11,2
DMS	0,5	1,4	0,1	0,2	1,5	1,8
C.V. (%)	5,3	15,7	10,6	15,0	6,5	6,2
Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	Ca		Mg		S	
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	g kg ⁻¹					
2,0 / 0,0	0,7*	0,2*	1,1a*	1,1*	1,3ab*	1,2*
1,5 / 1,5	0,6	0,3	1,1ab	1,2	1,4a	1,3
1,0 / 3,0	0,6	0,2	1,1ab	1,1	1,3b	1,2
0,5 / 4,5	0,5	0,2	1,0b	1,2	1,3b	1,3
0,0 / 6,0	0,5	0,2	1,0b	1,1	1,3b	1,2
MÉDIA	0,6	0,2	1,1	1,1	1,3	1,2
DMS	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,04
C.V. (%)	11,8	10,1	4,1	10,9	4,8	2,2

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

Porém, de acordo com Quaggio et al. (1997a) os teores encontrados de N 1,7; 0,3 P; 4,8 K e 0,1 S g kg⁻¹ estão entre as faixas consideradas como adequadas para a cultura da bananeira. Os teores de nutrientes nos frutos do primeiro e segundo ciclo mantiveram-se em níveis satisfatórios para essa cultura, independente das diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Os nutrientes apresentam pequena variação durante a maturação do fruto, sendo seus teores na banana verde um pouco maiores do que no fruto maduro (BLEINROTH, 1990). É possível inferir

por meio desses resultados que os tratamentos utilizados nesse trabalho, apresentam-se como bons corretivos de acidez do solo, mantendo sempre o equilíbrio nutricional dos frutos.

6.3.2 Micronutrientes e silício

Verifica-se na Tabela 15 os resultados dos teores médios de B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nos frutos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Pode ser constatado que os teores de micronutrientes não são influenciados pelas crescentes combinações entre escória de aciaria e calcário dolomítico, exceto o Fe (Tabela 15).

Constata-se que as diferentes combinações entre a escória de aciaria e calcário dolomítico interferiram nas concentrações de Fe nos frutos do primeiro ciclo (Tabela 15). Observa-se que o tratamento “dois” ($17,0 \text{ mg kg}^{-1}$) ($1,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $1,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria) foi estatisticamente superior aos tratamentos “quatro” ($13,3 \text{ mg kg}^{-1}$) ($0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria) e “cinco” ($12,8 \text{ mg kg}^{-1}$) ($0,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria). É importante ressaltar que apesar de apresentarem diferenças entre os tratamentos, o menor teor encontrado no tratamento “cinco” ainda se encontra na faixa considerada ideal para frutos de banana, de acordo com Bataglia e Gallo (1972) e Hoffmann et al. (2010). O teor de Fe registrado neste trabalho foi $12,8 - 17,0 \text{ mg kg}^{-1}$ está de acordo com outros trabalhos realizados com determinação dos valores de Fe disponíveis para banana: $18,0 \text{ mg kg}^{-1}$ para banana madura seca e $6,0 \text{ mg kg}^{-1}$ para polpa de banana madura (MEDINA et al., 1985), $1,0$ a $6,0 \text{ mg kg}^{-1}$ para polpa de banana madura (ALVES, 1997) e $0,2$ a $0,3 \text{ mg kg}^{-1}$ para polpa de banana madura (MANICA, 1997). Valores semelhantes foram encontrados por Gallo et al. (1972) e Bleinroth (1990) em diferentes cultivares de banana.

Tabela 15 – Médias de B, Cu, Fe, Mn, Zn e Si nos frutos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	B	B	Cu	Cu	Fe	Fe
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	-----mg kg ⁻¹ -----					
2,0 / 0,0	16,0*	9,0*	1,3*	3,7*	16,8ab*	8,8*
1,5 / 1,5	15,0	11,0	1,0	3,8	17,0a	8,8
1,0 / 3,0	15,0	11,0	1,3	3,3	14,6abc	7,8
0,5 / 4,5	16,0	12,0	1,3	4,0	13,3bc	7,7
0,0 / 6,0	15,0	12,0	1,0	4,0	12,8c	8,7
MÉDIA	15,4	11	1,18	3,76	14,9	8,36
DMS	2,45	3,07	0,58	1,17	3,74	2,95
C.V. (%)	10,5	17,89	14,68	20,4	16,35	11,63

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	Mn	Mn	Zn	Zn	Si	Si
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	-----mg kg ⁻¹ -----				-----g kg ⁻¹ -----	
2,0 / 0,0	4,6*	13,4*	6,3*	10,0*	1,9*	2,6*
1,5 / 1,5	4,6	14,7	7,3	10,0	2,1	1,8
1,0 / 3,0	4,4	14,4	6,0	8,8	1,6	1,5
0,5 / 4,5	4,5	13,8	6,3	9,0	1,7	1,3
0,0 / 6,0	4,4	14,6	6,6	9,9	1,9	1,9
MÉDIA	4,5	14,2	6,5	9,5	1,8	1,8
DMS	0,4	3,4	1,6	1,5	0,6	1,7
C.V. (%)	12,6	15,5	16,2	9,9	11,8	18,9

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%).

Os valores de Si não se diferenciaram, indicando que apesar de os níveis no solo (Tabela 9) e nas folhas (Tabela 12) sofrerem interferência dos tratamentos em seus teores, os frutos não apresentaram variações. Provavelmente devido à baixa mobilidade deste elemento benéfico na planta (KORNDÖRFER et al., 2004). Segundo Yoshida (1965), Adatia e Besford (1986) e Epstein (1994) o Si é acumulado nos tecidos das plantas, sendo depositado principalmente na parede celular, aumentando a rigidez das células. As células epidérmicas ficam mais grossas e com um grau maior de lignificação ou silicificação (EPSTEIN, 1994).

6.3.3 Metais pesados

Não foram detectados a presença de metais pesados potencialmente tóxicos Cd, Pb, Cr e Ni, nos frutos da bananeira 'Prata-Anã' pelo método analítico empregado (Tabela 16). Estes resultados veem de acordo com os encontrados para os teores desses metais pesados potencialmente tóxicos no solo (Tabela 10) e nas folhas (Tabela 13). Diante disto é possível inferir que a aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria, não elevam a concentração desses elementos nos frutos e que podem ser utilizados como corretivos de acidez do solo, desde que seja feito o acompanhamento de seus níveis nas folhas e frutos, mas principalmente no solo.

O monitoramento das áreas de aplicação de resíduos industriais é fundamental para reduzir os riscos de contaminação do solo e plantas com esses metais pesados presentes (SILVA et al., 2006; FREITAG, 2008).

6.4 Avaliações biométricas da bananeira

Resultados apresentados na Tabela 16 mostraram que não houve significância média dos dados biométricos do primeiro e segundo ciclos da bananeira 'Prata-Anã' submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria ($p < 0,05\%$).

A altura da planta reflete o potencial vegetativo da cultura e os dados variaram de região para região (RAMOS, 2008). De acordo com Santos et al. (2006) a altura da planta é um descritor importante, tanto do ponto de vista fitotécnico como genético, permitindo maior adensamento e, conseqüentemente, maiores produtividades.

A altura média das plantas aumentou do primeiro para o segundo ciclo, apresentando como médias 2,50 m e 2,78 m, respectivamente (Tabela 16). Esses resultados estão de acordo com trabalhos realizados por Leonel et al. (2004); Donato et al. (2006); Rodrigues et al. (2006) com a cultivar Prata-Anã.

Conforme se observa na Tabela 16, os valores médios da circunferência do pseudocaule ficaram na faixa de 63,4 – 64,4 cm no primeiro ciclo e 70,2 – 73,9 cm no segundo ciclo, não diferindo estatisticamente ($p < 0,05\%$). A circunferência

do pseudocaule está relacionada ao vigor e reflete a capacidade de sustentação do cacho, por isso quanto maior diâmetro, menor a suscetibilidade ao tombamento (SILVA; ALVES, 1999).

Por meio da Tabela 16, verifica-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias do número de folhas emitidas durante o primeiro e segundo ciclos da bananeira 'Prata-Anã' submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Foram emitidas em média 28,4 folhas por planta no primeiro e 11,1 folhas no segundo ciclos. O número de folhas emitidas no momento do florescimento, no segundo ciclo, foi estatisticamente igual entre os tratamentos e inferior aos observados no primeiro ciclo. O motivo da redução de folhas emitidas no segundo ciclo foi à ocorrência de três geadas (Figura 1), que prejudicou bastante o desenvolvimento normal da cultura. O maior número de folhas no florescimento sugere que o cacho poderá ter condições satisfatórias para o seu desenvolvimento (SILVA et al., 2000). A presença de mais de oito folhas no florescimento é um fator considerado como suficiente para o desenvolvimento normal do cacho (SOTO BALLESTERO, 1992). Resultados semelhantes foram encontrados por Ramos et al. (2009a) e Damatto Júnior et al. (2011) com esta mesma cultivar.

O número de folhas no momento da colheita (NFC) também não foi influenciado pelos tratamentos utilizados (Tabela 16). Champion (1975) cita que o número de folhas vivas é regularmente constante, variando de 10 a 12 folhas.

Os resultados relacionados com o ciclo da planta, ou seja, número de dias do plantio ao florescimento (NDPF) estão apresentados na Tabela 16. Nessa, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados. O menor período para atingir o florescimento está mais relacionado a fatores edafoclimáticos, 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 (SILVA et al., 2000).

Quanto ao número de dias do plantio a retirada do coração (NDPRC), observa-se por meio da Tabela 16 que não houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria nos "dois" ciclos avaliados.

No primeiro ciclo de produção, em relação ao número de dias do plantio à colheita (NDPC) (Tabela 16), observa-se que não houve diferença significativa (p

< 0,05) entre os tratamentos. A média geral encontrada foi de 450,8 dias. Esses resultados estão próximos do que foram encontrados por Silva et al. (2002), para a cultivar Prata-Anã em um experimento de competição de cultivares. Nesse foi encontrado uma média de 433 dias do plantio a colheita. Segundo Pereira (1997) a redução do número de dias necessários à emissão do cacho é desejada, pois representa a antecipação do retorno do investimento aplicado na lavoura.

Por meio do teste de médias utilizado (Tabela 16), observou-se que não houve diferença significativa, a 5% de probabilidade, em nenhum dos tratamentos para a característica de número de dias do florescimento a colheita (NDFC). Menores intervalos entre o florescimento e a colheita, apresentam a vantagem de menor permanência dos frutos em campo, ou seja, menores as chances de ocorrerem injúrias aos frutos, além do retorno econômico ser mais rápido (DAMATTO JÚNIOR, 2005).

A média do número de dias entre o florescimento e a colheita (NDFC) observada pela Tabela 16 estão próximos de outros experimentos realizados no Brasil com a cultivar ‘Prata-Anã’ como, por exemplo: Damatto Júnior et al. (2005) e Gomes (2004), encontraram 166 dias e 128 dias, respectivamente, em Botucatu – SP; Rodrigues et al. (2006), no norte de Minas Gerais e Pereira et al. (2003) em Lavras - MG, encontraram 181 e 155 dias, respectivamente; Andrade et al. (2002), em Teresina-PI, encontraram 141 dias do florescimento a colheita.

Com relação ao número de dias da retirada do coração a colheita (NDRCC), observa-se pela Tabela 16 que as diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria não influenciaram significativamente ($p < 0,05$) neste parâmetro.

Diante do exposto, de maneira geral as diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria não influenciam nas características biométricas da bananeira ‘Prata-Anã’, indicando que a utilização destes corretivos de acidez, combinados ou de maneira isolada pode ser recomendado para esta cultura sem afetar o seu desenvolvimento.

Tabela 16 – Média dos dados biométricos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’ submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	ALT	ALT	CIRC	CIRC	NFE	NFE
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	----- (m) -----					
2,0 / 0,0	2,4	2,8	66,4	73,9	29,0	12,3
1,5 / 1,5	2,4	2,8	64,3	70,2	27,9	10,3
1,0 / 3,0	2,5	2,8	65,5	73,8	28,4	10,6
0,5 / 4,5	2,6	2,9	65,5	74,2	28,5	11,3
0,0 / 6,0	2,4	2,8	63,4	70,4	28,0	11,3
MEDIA	2,5	2,8	65,0	72,5	28,4	11,1
DMS	0,2	0,2	3,1	6,6	1,4	2,8
C.V. (%)	4,0	5,2	3,1	5,9	3,3	16,2

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	NFC	NFC	NDPF	NDPRC	NDPC	NDFC
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	1º Ciclo	1º Ciclo	1º Ciclo
	----- (nº) -----					
2,0 / 0,0	13,4	6,8	293,5	324,8	449,0	154,1
1,5 / 1,5	13,5	5,8	293,1	328,3	453,4	153,4
1,0 / 3,0	13,9	6,8	291,1	328,2	447,9	155,9
0,5 / 4,5	13,6	7,0	294,5	327,0	451,9	156,8
0,0 / 6,0	14,0	5,8	294,5	327,9	452,0	151,5
MÉDIA	13,7	6,4	293,3	327,2	450,8	154,3
DMS	0,8	2,2	17,2	18,8	6,6	14,9
C.V. (%)	3,9	22,2	3,8	3,7	0,7	6,3

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	NDFC	NDRCC	NDRCC
	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	----- (nº de dias) -----		
2,0 / 0,0	140,5	123,0	103,0
1,5 / 1,5	131,3	116,1	101,0
1,0 / 3,0	127,3	117,9	102,5
0,5 / 4,5	132,6	122,1	88,9
0,0 / 6,0	128,5	122,1	101,5
MÉDIA	132,0	120,2	99,4
DMS	23,5	15,5	31,5
C.V. (%)	11,5	8,3	20,6

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%). ALT= altura, CIRC circunferência, NFE = número de folhas emitidas, NFC = número de folhas na colheita, NDPF = número de dias do plantio ao florescimento, NDPRC = número de dias do plantio a retirada do coração, NDPC = número de dias do plantio a colheita, NDFC = número de dias do florescimento a colheita, NDRCC = número de dias da retirada do coração a colheita.

6.5 Produção da bananeira

Na Tabela 17 estão apresentadas as médias dos dados biométricos da produção do primeiro e segundo ciclos da bananeira 'Prata-Anã' submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Nota-se por meio da Tabela 17 que o peso dos frutos (PF) durante o primeiro ciclo não diferiu significativamente ($p < 0,05$) em função dos tratamentos utilizados. Porém, no segundo ciclo houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados refletindo isto nas médias do peso dos frutos. Verifica-se (Tabela 17) que o tratamento "cinco" ($0,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria) foi superior estatisticamente ($p < 0,05$) ao tratamento "um" ($2,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $0,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria), apresentando peso de frutos $6,9 \text{ g}$ e $4,9 \text{ g}$, respectivamente. Segundo Silva et al. (2002) o peso dos frutos é um caráter que expressa a produtividade, por isto é um fator importante para determinação da escolha de uma cultivar ou manejo fitotécnico.

Alguns autores relatam peso de frutos superiores ao encontrados durante o segundo ciclo de cultivo, como: Carvalho et al. (2002), em Teresina-PI, relataram $8,8 \text{ g}$; Figueiredo (1998), em Lavras-MG, encontraram $9,7 \text{ g}$; Leonel et al. (2004), em Botucatu-SP, observaram $12,2 \text{ g}$. O motivo desse peso de frutos ficarem abaixo de outros relatos ocorreu devido às temperaturas terem sido menores no segundo ano de produção do experimento, na qual a planta fez menos fotossíntese e conseqüentemente houve menor reserva para o desenvolvimento dos frutos (Figura 1 e Tabela 17). Esse resultado também pode estar relacionado ao menor número de folhas, tanto no florescimento (NFE 11,1) como na colheita (NFC 6,4) do segundo ciclo de produção (Tabela 16).

Os resultados do peso do engaço (PENG) estão apresentados na Tabela 17. Nesta é possível observar que durante o primeiro ciclo de produção a utilização de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria não proporcionaram diferença significativa entre as médias dos os tratamentos nesta característica. No entanto, durante o segundo ciclo houve diferenciação entre as medias dos tratamentos ($p < 0,05$), verificando que os tratamentos "dois" ($1,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $1,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria) ($0,80 \text{ kg}$) e "quatro" ($0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria) ($0,78 \text{ kg}$) maiores médias de peso

do engaço e o tratamento “um” (2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) apresentou a menor médias (0,58 kg). De acordo com Souza et al. (2011) os valores médios do peso dos frutos, peso do engaço, peso do cacho refletem conseqüentemente na produção final da cultura. Afirma ainda que estes componentes biométricos da produção são importantes de serem avaliados para determinação da produtividade. Outros trabalhos relatam resultados superiores aos encontrados nesse ensaio, como Ramos (2008) 1,14 kg, Ganga et al. (2002) 0,92 kg. Porém, os valores podem variar entre as regiões citadas.

Verifica-se por meio da Tabela 17 que no primeiro ciclo de produção o peso do cacho não apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Porém, no segundo ciclo os tratamentos influenciaram nas médias de peso do cacho, sendo o tratamento “cinco” (0,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 6,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) é superior ao tratamento “um” (2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria), 6,7 kg e 5,4 kg, respectivamente.

O peso do cacho (Tabela 17) é um caráter que expressa à produtividade, no entanto, não pode ser considerado isoladamente, pois outros caracteres também influenciam o processo de seleção e a preferência do mercado consumidor, tais como os relacionados ao fruto (peso, comprimento, diâmetro, sabor e resistência ao despencamento) (SILVA et al., 2002). A observação do peso do cacho pode expressar boa produtividade, porém deve-se ter atenção para outras características, porque pode ser influenciado pelas condições ambientais (OLIVEIRA et al., 1993; LEDO et al., 1997).

O número de frutos (NF) por cacho durante o segundo ciclo de produção não apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria (Tabela 17). Entretanto, durante o primeiro ciclo houve diferença entre as médias ($p < 0,05$), indicando que todos os tratamentos são superiores ao tratamento “um” (2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria), 99,25 e 90,33 kg, respectivamente. O número de frutos é fundamental na determinação do tamanho e do peso do cacho (SILVA et al., 1999c) e está estreitamente relacionado ao número de pencas (JARAMILLO, 1982). O número de frutos é importante para o melhoramento genético, pois está ligado ao peso do cacho (SOUZA et al., 2011).

Com relação ao peso médio dos frutos (PMF), observa-se pela Tabela 17 que as diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria não influenciaram significativamente ($p < 0,05$) nesse parâmetro.

Por meio da Tabela 17, observa-se que a produtividade (PROD) durante o primeiro ciclo de produção não foi influenciada pelas diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria ($p < 0,05$). Porém, no segundo ciclo observa-se que as diferentes combinações influenciaram nas médias de produtividade entre os tratamentos. O tratamento “cinco” ($0,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria) foi estatisticamente ($p < 0,05$) superior ao tratamento “um” ($2,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $0,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria), $9,7$ e $7,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente. O tratamento “cinco” foi $19,69\%$ mais produtivo que o tratamento “um”. No entanto, observa-se (Tabela 17) que ambos são inferiores às médias de produtividade do primeiro ciclo de produção. Isto se deve ao fato de no segundo ano de produção ocorreram três geadas (Figura 1) que influenciaram na queda da produtividade do bananal no segundo ciclo.

Esta maior produtividade do tratamento “cinco” no segundo ciclo de produção pode estar relacionada ao maior teor de Si nas folhas $12,4 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 12). Segundo Korndörfer et al. (2005), aumentos na disponibilidade de Si no solo (Tabela 9) são normalmente acompanhados por acréscimos da concentração desse elemento nas plantas, com resultados positivos no crescimento e na produtividade de diversas plantas.

Este comportamento pode estar relacionado com fatores nutricionais da planta, como teores de Ca, K, Si, dentre outros. Observa-se por meio da Tabela 12 que os teores de Si nas folhas de bananeira durante o florescimento tinham maior concentração deste elemento benéfico. Korndörfer e Pereira (2001) evidenciam em seu trabalho a relação entre o teor de Si no solo e o teor desse elemento na folha de arroz, mostrando a relação existente entre o Si na folha e a o aumento na produção de grãos desta cultura. Em trabalhos realizados por Dantoff et al. (1991) utilizando silicato de cálcio foi observado um efeito residual considerável de Si, aumentando significativamente a produção de arroz. Encontram-se também relatos sobre o silicato aplicado no plantio aumentando a produção de cana-planta e da soqueira (SAVANT et al., 1999; KORNDÖRFER et al., 2002).

Tabela 17 – Média dos dados biométricos da produção do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’ submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	PF	PF	PENG	PENG	PC	PC
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	----- (gramas) -----		----- (kg) -----			
2,0 / 0,0	10,2*	4,9b*	0,8*	0,6b*	11,0*	5,4b*
1,5 / 1,5	9,3	5,6ab	0,7	0,8a	10,0	6,4ab
1,0 / 3,0	10,1	5,7ab	0,8	0,8ab	10,9	6,4ab
0,5 / 4,5	9,8	5,8ab	0,8	0,8a	10,5	6,6ab
0,0 / 6,0	9,5	6,9a	0,7	0,7ab	10,2	6,7a
MÉDIA	9,8	5,7	0,8	0,7	10,5	6,3
DMS	1,6	1,5	0,2	0,2	1,6	1,2
C.V. (%)	10,4	17,2	9,1	16,5	9,8	12,0

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	NF	NF	PMF	PMF	PROD	PROD
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	----- (nº de frutos) -----		----- (gramas) -----		----- (Mg ha ⁻¹) -----	
2,0 / 0,0	90,3b*	74,6*	106,0*	65,5*	15,8*	7,8b*
1,5 / 1,5	97,9a	83,0	94,9	67,2	14,9	8,9ab
1,0 / 3,0	103,5a	65,3	97,5	68,2	16,0	9,1ab
0,5 / 4,5	98,8a	84,5	98,7	67,8	16,2	9,2ab
0,0 / 6,0	99,3a	87,8	95,3	78,2	15,0	9,7a
MÉDIA	97,9	79,0	98,5	69,4	15,6	8,94
DMS	6,4	27,4	12,6	17,8	2122,9	1768,5
C.V. (%)	4,2	22,5	8,3	16,7	8,9	12,86

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%). Peso de Frutos (PF); Peso do engão (PENG); Peso do cacho (PC); Número de frutos por cacho (NF); Peso médio do fruto (PMF); Produtividade (PROD).

Os silicatos podem proporcionar incrementos na produção de 12-15%, tal resultado é explicado pelo poder neutralizante da acidez do solo, aumento da saturação por bases, fornecimento de Ca, K e Si (Tabelas 5, 6 e 9), diminuição da toxidez do Mn no solo pelo silicato presente, adição de micronutrientes e impurezas benéficas, e diminuição de fixação do P pelo silicato (MALAVOLTA, 2006).

Porém, Malavolta (2006) adverte que as recomendações de doses de silicato devem ser feita com base nos resultados de análises de solo e folha, além de dados de produção obtidos por outras culturas. Além disto, a produtividade média da

bananeira ‘Prata-Anã’ obtida no segundo ciclo de cultivo ($8,93 \text{ Mg ha}^{-1}$) ficou abaixo da média nacional, que está em $12,17 \text{ Mg ha}^{-1}$ (FAO, 2013).

Para garantir boas produções, a bananeira requer uma quantidade adequada de nutrientes minerais e adubo orgânico durante o seu ciclo (DAMATTO JÚNIOR, et al., 2006), assim o uso de corretivos de acidez que proporcionem melhoria nos atributos químicos do solo são de fundamental importância para o correto manejo desta cultura.

Com base nesses resultados, principalmente observando o segundo ciclo de produção (Figura 1 e Tabela 17) é possível afirmar que a escória de aciaria pode ser utilizada isolada ou em combinação com o calcário dolomítico para correção da acidez do solo. Além disto, em regiões onde a ocorrência de geadas é comum, os tratamentos que contém maiores teores de silicato proporcionam maiores produções quando ocorre este fenômeno meteorológico.

Estão apresentadas na Tabela 18 as médias dos dados biométricos dos cachos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’ submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Nota-se que o número de pencas por cacho (NPEN), peso da segunda penca (PSP) e o comprimento do fruto (CF) não apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05\%$), porém, o número de frutos na segunda penca (NFSP) e o diâmetro do fruto (DF) durante o primeiro ciclo de avaliação apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

No tocante ao número de penca por cacho (NPEN), observa-se que não houve diferenças entre os tratamentos, variando no primeiro ciclo entre 6,9-7,3 pencas por cacho e no segundo ciclo 6,5-7,2 pencas por cacho (Tabela 18). Entretanto, Jaramillo (1982) afirma que o número de frutos está estreitamente relacionado ao número de pencas e são fundamentais na determinação do tamanho e do peso do cacho (SILVA et al., 1999b).

Por meio da Tabela 18, verifica-se que o peso da segunda penca (PSP) não apresentou variações significativas ($p < 0,05\%$) entre as diferentes combinações entre calcário dolomítico e a escória de aciaria, 1,5 a 1,9 kg no primeiro ciclo e 0,9 a 1,1 kg segundo ciclo. Estes resultados vão de acordo com o trabalho realizado por Damatto Júnior et al. (2006), em Botucatu – SP, avaliando o estado nutricional de bananeira ‘Prata-Anã’, não encontrando variações significativas ($p < 0,05\%$) para este parâmetro biométrico. Ramos et al. (2009a) encontraram resultados semelhantes para a cultivar Prata-Anã neste

mesmo município. A característica peso da segunda penca é utilizada como padrão para a análise de uma série de atributos, como: determinação do ponto de colheita, peso médio do fruto, comprimento e diâmetro do fruto, além do teor de sólidos solúveis, açúcar e acidez (JARAMILLO, 1982; SOTO BALLESTERO, 1992).

Tabela 18 – Média dos dados biométricos dos cachos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	NPEN	NPEN	PSP	PSP	NFSP	NFSP
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	----- (nº de penca) -----		----- (kg) -----		----- (nº de fruto) -----	
2,0 / 0,0	6,9*	6,5*	1,6*	0,9*	14,8b*	13,3*
1,5 / 1,5	7,0	7,0	1,6	0,9	16,3ab	12,9
1,0 / 3,0	7,4	7,1	1,9	1,0	18,0a	13,8
0,5 / 4,5	7,3	7,2	1,7	1,1	15,8ab	13,8
0,0 / 6,0	7,3	7,1	1,5	1,1	15,3ab	13,5
MÉDIA	7,2	7,0	1,7	1,0	16,0	13,5
DMS	0,6	0,8	0,4	0,3	2,9	2,4
C.V. (%)	5,3	7,1	17,1	21,6	11,9	11,7

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	CF	CF	DF	DF
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Ciclo	2º Ciclo
	----- (cm) -----		----- (mm) -----	
2,0 / 0,0	16,1*	14,5*	35,4a*	29,4*
1,5 / 1,5	15,6	14,4	34,4ab	30,4
1,0 / 3,0	15,8	14,6	32,9b	30,4
0,5 / 4,5	16,1	14,8	34,8a	30,5
0,0 / 6,0	15,5	13,7	34,8a	29,8
MÉDIA	15,8	14,4	41,3	30,1
DMS	1,2	1,3	1,5	2,8
C.V. (%)	5,0	5,7	2,8	6,1

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (p<0,05%). Número de pencas por cacho (NPEN); Peso da segunda penca (PSP); Número de Frutos na Segunda penca (NFSP); Comprimento do Fruto (CF); Diâmetro do Fruto (DF). ^{NS} = não significativo e * significativo a 5% de probabilidade (P<0,05%).

O número de frutos da segunda penca (NFSP) não variou durante o segundo ciclo de produção, porém, no primeiro ciclo houve diferença significativa entre os tratamentos (p < 0,05%). Observa-se, Tabela 18, que o tratamento “três” (1,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 3,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) foi superior ao tratamento “um”

(2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,0 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria), 18,04 e 14,75, respectivamente. No entanto, Ramos et al. (2009a) avaliaram genótipos do grupo AAB ('Prata-Anã', 'Prata-Zulu' e 'Prata-Gaúcha') e estes materiais não diferiram entre si quanto ao número de frutos na segunda penca.

Verifica-se por meio da Tabela 18 a média do comprimento dos frutos centrais da segunda penca dos cachos do primeiro e segundo ciclos da bananeira 'Prata-Anã' submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados. A melhoria do manejo da bananeira como a correção da acidez do solo, a retirada da inflorescência masculina e a retirada da última penca melhora a qualidade dos frutos. Estas práticas visam também melhoria da forma dos frutos (MANICA; GOMES, 1984), com aumento de comprimento dos mesmos (MOREIRA, 1987; DURIGAN; RUGGIERO, 1995).

Nas avaliações do diâmetro do fruto (DF), observa-se que não diferiram entre si no segundo ciclo, no entanto durante o primeiro ciclo houve diferença estatística entre os tratamentos utilizando diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria (Tabela 18). Verifica-se que o tratamento "três" (32,9 mm) foi significativamente inferior aos demais ($p < 0,05\%$). Outros caracteres relacionados à produtividade da cultura, como número de pencas e de frutos, além de comprimento, diâmetro e peso dos frutos, nem sempre se correlacionaram significativamente com o peso do cacho e a produtividade final (ARANTES et al., 2010). Damatto Júnior et al. (2011), trabalhando com nutrição da bananeira observaram que no segundo ciclo, o diâmetro dos frutos foi o único parâmetro avaliado que apresentou diferença, sendo os frutos com maior diâmetro encontrados na testemunha (34,58 mm), no entanto nos ciclos subsequentes, o diâmetro dos frutos não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos.

6.6 Análises físico-químicas dos frutos

Com base nos resultados das médias das análises físico-químicas dos frutos do primeiro e segundo ciclos da bananeira 'Prata-Anã', submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria (Tabela 19), observa-se que não houve influência ($p < 0,05\%$) dos tratamentos para os parâmetros:

Potencial Hidrogeniônico (pH); Acidez Titulável (AT) e Sólidos Solúveis (SS). Porém, houve influencia significativa ($p < 0,05\%$) dos tratamentos para Textura da Polpa com a Casca (Text Polpa/Casca); Textura da Polpa (TEXT Polpa) nos frutos colhidos no segundo ciclo de produção (Tabela 19). Isso indica que há pouca influência das diferentes combinações entre os corretivos de acidez do solo utilizados sobre as características físico-químicas dos frutos.

De acordo com Jaramillo (1982) e Soto Ballester (1992) o teor de sólidos solúveis, açúcar e acidez são características utilizadas como padrão para a análise de uma série de atributos qualitativos dos frutos. Os teores de macro e micronutrientes na polpa podem influenciar no sabor dos frutos (SILVA; ALVES, 1999b).

Houve diferença significativamente estatística para o parâmetro textura da polpa com a casca (Text Polpa/Casca) nos frutos do segundo ciclo (Tabela 19). Observa-se que os tratamentos “dois”, “três” e “cinco” foram estatisticamente superiores ($p < 0,05\%$) ao tratamento “um”, 626,83, 621,08, 631,78 e 510,33 gf cm^{-2} , respectivamente.

Observa-se por meio da Tabela 19 que houve diferença estatística significativa ($p < 0,05\%$) para o parâmetro textura da polpa nos frutos do segundo ciclo (Text Polpa). Os tratamentos “três” (617,6 gf cm^{-2}) (1,0 Mg ha^{-1} de calcário dolomítico e 3,0 Mg ha^{-1} de escória de aciaria) e “cinco” (626,6 gf cm^{-2}) (0,0 Mg ha^{-1} de calcário dolomítico e 6,0 Mg ha^{-1} de escória de aciaria) foram superiores aos tratamentos “um” (438,6 gf cm^{-2}) (2,0 Mg ha^{-1} de calcário dolomítico e 0,0 Mg ha^{-1} de escória de aciaria) e “quatro” (475,8 gf cm^{-2}) (0,5 Mg ha^{-1} de calcário dolomítico e 4,5 Mg ha^{-1} de escória de aciaria).

A avaliação da firmeza dos frutos por meio da textura da polpa com e sem casca, é uma importante característica genética (CERQUEIRA et al., 2002). Segundo Rocha (1984), a perda de firmeza do fruto é uma característica inevitável no processo de amadurecimento, que é causada pela progressiva solubilização das protopectinas (formas menos solúveis) em pectinas (mais solúveis).

Pereira et al. (2004), por meio da análise de correlação, verificaram que a firmeza do fruto apresentou um grau de associação de 74 % com a resistência ao despencamento, significando que os frutos que são suscetíveis ao despencamento, normalmente, apresentam baixa firmeza e vice-versa. Frutos com maior textura apresentam maior resistência ao transporte, mostrando maior durabilidade pós-colheita (RAMOS et al., 2009b). Por meio desses relatos, pode-se deduzir que frutos dos

tratamentos “três” (621,08 gf cm⁻² 617,56 gf cm⁻², firmeza da polpa com e sem casca, respectivamente) e “cinco” (631,78 gf cm⁻² e 626,59 gf cm⁻², firmeza da polpa com e sem casca, respectivamente) são mais resistentes ao despencamento e ao transporte (Tabela 19).

O pH dos frutos não apresentou diferença significativa ($p < 0,05\%$) entre os tratamentos utilizados. Em média obteve-se 5,8 no primeiro ciclo e 6,0 no segundo ciclo (Tabela 19). Segundo Palmer (1971) o pH da banana verde varia de 5,0 a 5,6 e na banana madura de 4,2 a 4,7, corroborando com os resultados deste trabalho para frutos verdes.

Por meio da Tabela 19, nota-se que as diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria não influenciaram significativamente ($p < 0,05\%$) a Acidez Titulável (AT). De acordo com Bleinroth (1990), Fernandes et al. (1979) e Rossignoli (1983) a acidez titulável em frutos de bananeira varia de 0,17 a 0,67%. Observa-se que os valores citados estão próximos aos encontrados neste trabalho, 0,14% nos frutos do primeiro ciclo e 0,18% no segundo ciclo de produção (Tabela 19).

Os resultados encontrados para o teor de Sólidos Solúveis (SS) foi em média 4,5° Brix no primeiro ciclo e 4,6° Brix no segundo ciclo (Tabela 19). Sgarbieri et al. (1965) observaram valores variando de 1,56 (frutos verdes) a 19,40° Brix (frutos maduros), sendo que os resultados que foram encontrados neste ensaio estão dentro dos intervalos citados. De acordo com Kluge et al. (2002) o teor de sólidos solúveis fornece um indicativo da quantidade de açúcares existentes no fruto, considerando que outros compostos, embora em reduzidas proporções, também fazem parte, como exemplo, os ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas.

Tabela 19 – Médias das análises físico-químicas dos frutos do primeiro e segundo ciclos da bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	Text Polpa/Casca 1º Ciclo	Text Polpa/Casca 2º Ciclo	Text Polpa 1º Ciclo	Text Polpa 2º Ciclo	pH 1º Ciclo	pH 2º Ciclo
	----- (gf cm ⁻²) -----					
2,0 / 0,0	611,6*	510,3b*	454,8*	438,6b*	5,8*	5,3*
1,5 / 1,5	599,3	626,8a	439,6	537,0ab	5,8	6,1
1,0 / 3,0	627,4	621,1a	462,6	617,6a	5,8	6,1
0,5 / 4,5	643,6	541,2ab	467,5	475,8b	5,7	6,1
0,0 / 6,0	639,4	631,8a	444,3	626,6a	5,6	6,1
MÉDIA	624,3	586,3	453,8	539,1	5,7	6,0
DMS	56,3	106,3	69,0	110,9	0,2	1,4
C.V. (%)	5,9	11,3	9,9	12,9	1,9	14,4

Combinações (Mg ha ⁻¹) C/E	AT 1º Ciclo	AT 2º Ciclo	SS 1º Ciclo	SS 2º Ciclo
	----- (%) -----		----- ° Brix -----	
2,0 / 0,0	0,1*	0,2*	4,8*	4,7*
1,5 / 1,5	0,1	0,2	4,1	4,7
1,0 / 3,0	0,1	0,2	4,3	5,1
0,5 / 4,5	0,1	0,2	4,5	4,2
0,0 / 6,0	0,1	0,2	4,6	4,4
MÉDIA	0,1	0,2	4,4	4,6
DMS	0,0	0,0	1,0	1,6
C.V. (%)	5,3	14,6	14,9	11,5

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade (P<0,05%). Textura da polpa com a casca (Text Polpa/Casca); Textura da polpa (TEXT Polpa); potencial hidrogeniônico (pH); Acidez Titulável (AT); Sólidos Solúveis (SS). ^{NS} = não significativo e * significativo a 5% de probabilidade (p<0,05%).

6.7 Índice de Severidade de Geadas

O Índice de Severidade de geadas nas plantas do segundo ciclo da bananeira ‘Prata-Anã’ pode ser visualizado por meio da Tabela 20. Nesta observa-se as comparações entre as plantas submetidas à aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. Nota-se que houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados, sendo que os tratamentos “um” (5,4), “dois” (5,3), “três” (5,3) e “cinco” (5,0) apresentaram valores estatisticamente iguais e o tratamento “quatro” (4,4) (0,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 4,5 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria), proporcionou o menor índice de severidade da geadas diferindo estatisticamente dos demais. Os danos que apareceram após uma noite de frio foram causados por baixas temperaturas no mês de junho de 2011 (Figura 1). Os tecidos dos vegetais suportam quedas de temperatura até determinados limites. Em geral, este limite localiza-se próximo de 0°C, mas depende de cada espécie assim como de uma série de outros fatores (MOTA, 1981).

A concentração de sais nas plantas é um importante fator para diminuir a severidade da geadas. Solos com elevados teores de nutrientes e plantas bem nutridas tendem a sofrer menos com a geadas por causa dos teores de sais mais elevados no conteúdo celular, reduzindo seu ponto de congelamento (BARBOSA et al., 1993).

Devido às particularidades climáticas ocorridas durante a condução do experimento, como geadas no inverno e precipitação elevada em épocas quentes, principalmente no ano 2011, observa-se que as temperaturas médias foram mais baixas (Figura 1) e ocorreram três geadas (temperaturas abaixo de 0° C) que comprometeram o desenvolvimento da cultura, refletindo em queda de produtividade no segundo ciclo de produção (Tabela 17).

A geadas é um fenômeno climático que ocorre quando a radiação do ar a concentração de vapor d’água é muito baixa. Nessa condição, a temperatura letal das plantas é atingida antes que haja a condensação do vapor d’água presente no ar. Assim, ocorre a morte do tecido vegetal sem que haja nas superfícies a formação de gelo. A geadas é muito severa para as plantas, pois a temperatura atinge valores muito baixos (MOTA, 1981).

A suscetibilidade das culturas agrícolas às geadas varia com a espécie, e com o estágio fenológico das plantas no momento da ocorrência (CAMARGO et

al., 1993). Mota (1981) considera que -2°C seja a temperatura crítica mínima abaixo da qual se iniciam os danos nas plantas de espécies menos resistentes, como banana, mamoeiro e arroz. A proteção de plantas contra os efeitos letais causados pela geada é problema considerável na agricultura, especialmente para as lavouras de alta rentabilidade, entre as quais estão as frutíferas de clima tropical, como a banana entre outras (Rosenberg et al., 1983). De acordo com Malavolta (2006) a literatura registra várias indicações sobre as relações entre K, Ca e Si e a sanidade da planta sobre o efeito de moléstias como pragas, doenças e efeitos climáticos adversos.

Tabela 20 – Médias do Índice de Severidade de geada nas plantas do segundo ciclo da bananeira ‘Prata-Anã’, submetido à aplicação de deferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria. São Manuel – SP, UNESP (2013).

Combinações (Mg ha⁻¹) C/E	Índice de Severidade (%)
2,0 / 0,0	5,4a*
1,5 / 1,5	5,3a
1,0 / 3,0	5,3a
0,5 / 4,5	4,4b
0,0 / 6,0	5,0a
MÉDIA	5,1
DMS	0,6
C.V. (%)	7,0

C/E = Combinações entre Calcário e Escória de Aciaria em Mg ha⁻¹. * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de T (Student), a 5% de probabilidade ($p < 0,05\%$). Índice de Severidade de geada.

Nota-se que as maiores concentrações de K (Tabela 5), Ca (Tabela 6) e Si (Tabela 9) no solo e nas folhas (Tabela 12), proporcionaram maiores resistências dessas plantas a geada, conferindo-as maior resistência ou menor índice de severidade (Tabela 21), principalmente nos tratamentos que foram utilizados as maiores concentrações de escória de aciaria em relação ao calcário dolomítico. Isso ocorre devido ao Si proporcionar um efeito protetor, que é creditado principalmente ao depósito de sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), na disposição na parede celular análoga à de lignina (EPSTEIN, 1999).

A água absorvida é perdida através da transpiração e o Si é acumulado nos tecidos das plantas. O mesmo é depositado principalmente na parede

celular, aumentando a rigidez das células (ADATIA; BESFORD, 1986). Na parede celular primária o Si se associa a proteínas e polifenóis dando cadeias que aumentam a elasticidade da parede celular necessária nos períodos de crescimento (MALAVOLTA, 2006). As células epidérmicas ficam mais grossas e com um grau maior de lignificação ou silicificação, formando uma barreira mecânica. Quando a concentração de Si aumenta na planta, o ácido monossilícico é polimerizado (YOSHIDA, 1965). Essa concentração de Si na epiderme das folhas aumenta a rigidez da parede celular (MADEIROS et al., 2008).

Por meio da Tabela 20 é possível afirmar que o tratamento “quatro” ($0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria) proporcionou uma maior proteção a essas bananeiras, devido principalmente aos maiores teores de Si nos tecidos foliares (Tabela 12). O uso de escória de aciaria combinada com o calcário dolomítico proporciona maior resistência dessa fruteira tropical à severidade da geada, além de refletir no aumento da produtividade (Tabela 17).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria promoveram incrementos no pH, M.O., P, K, Ca, Mg, SB, CTC e V% do solo cultivado com bananeira ‘Prata-Anã’, sendo, portanto boa fornecedora de nutrientes ao solo e às plantas.

Os tratamentos geraram alterações significativas nos teores de macronutrientes no solo (P, K e Ca), Soma de bases e o elemento benéfico Si, porém provocam a redução nos teores de Mg. Quanto aos micronutrientes no solo (B, Cu, Fe, Mn e Zn) e metais pesados potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cr e Ni) não foram alterados com as diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria.

Nas avaliações dos tecidos foliares a única alteração foi nos teores de Si, que aumentaram de acordo com o aumento da quantidade de escória de aciaria. Os demais, metais potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cr e Ni), macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) não sofreram alterações significativas.

Quanto aos frutos, houve redução significativa dos teores de Mg, S e Fe, à medida que foi aumentada a proporção de escória de aciaria em relação ao calcário dolomítico nos tratamentos. No entanto, os tratamentos não geraram alterações significativas nos teores dos macronutrientes (N, P, K e Ca), dos micronutrientes (B, Cu, Mn e Zn) e dos metais potencialmente tóxicos (Cd, Pb, Cr e Ni).

As diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria aumentaram o peso dos frutos da segunda penca, peso do engajo, peso do cacho, número de frutos, produtividade e número de frutos na segunda penca durante o segundo ciclo de produção. Quanto às características pós-colheita foram alteradas apenas a textura da polpa com e sem a casca, com os tratamentos utilizados.

As diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria aumentaram a resistência à geada. Mais especificamente o tratamento “quatro” (0,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,5 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria) foi o que proporcionou melhor tolerância das plantas a este fenômeno.

O K e o Si demonstraram, nas condições do experimento, serem os nutrientes mais importantes no grau de resistência das plantas à geada.

Pelos efeitos benéficos da escória de aciaria combinada com calcário dolomítico, ou isolada, tanto no solo (correção de acidez, aumento na disponibilidade de Ca, P, micronutrientes e do elemento benéfico Si), como na planta (melhoria da nutrição, aumento nos teores de Si, aumento da produtividade e menor índice de severidade a geada) e ainda sem causar impacto ao meio ambiente, o seu uso constitui uma tecnologia viável do ponto de vista fitotécnico.

Neste trabalho não foi levado em consideração o custo para obtenção dos corretivos de acidez do solo, nem o custo de fazer as combinações entre os corretivos. Porém, atualmente a escória de aciaria ainda não é comercializada, uma vez que se trata de um resíduo da produção de minério de ferro e são passíveis ambientais que podem causar contaminação aos mananciais.

Estudos posteriores são necessários para que se possam avaliar quais os efeitos do uso de diferentes combinações entre escória de aciaria e calcário dolomítico como corretivos de acidez do solo ao longo do tempo.

8. CONCLUSÕES

A escória de aciaria pode ser usada como corretivo de acidez do solo e como fonte de Si.

A aplicação de diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria causa alterações em algumas características biométricas das plantas de bananeira 'Prata-Anã' como: peso dos frutos, peso do engaço, peso do cacho, produção e número de frutos na segunda penca.

A combinação “cinco” de $0,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ no segundo ciclo resulta em maior teor de Si no tecido foliar e aumento de produção.

O menor índice de severidade a incidência de geada é obtida em bananeiras 'Prata-Anã' cultivadas em solo submetido à aplicação de $0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de escória de aciaria.

Os metais potencialmente tóxicos não foram influenciados pelas diferentes combinações entre calcário dolomítico e escória de aciaria em nenhum dos atributos avaliados.

9. REFERÊNCIAS

ABREU JR., C.H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A.F.; ALVAREZ V., F.C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto lixo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.635-647, 2000.

ABREU JR., C.H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F.C. Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação por bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 813-824, 2001.

AGRIANUAL 2008: **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2008. p. 192-203.

AGRIANUAL 2013: **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP Consultoria & Comércio. 480 p. 2013.

ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effectis of silicon on cucumber piant grown in recirculating nutrient solution. **Annals of Botany**. London, v. 58, p. 343-351, 1986.

ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**.

São Paulo: ANDA, 1992. 62p. (Boletim técnico 6).

ALVAREZ V., V.H. Enxofre: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKERT, C.M.; LANTMANN, A.F. (editores). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: Embrapa-CNPSO/IAPAR/ SBCS, 1988. p.31-59.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., (eds.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.43-60.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V. H. (ed.). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 43-60.

ALVAREZ V., V.H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C.H.; PEREIRA, N.F.; Enxofre. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (editores); **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. P. 595-644, 2007.

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

ALVES, E. J.; OLIVEIRA, M. de A.; DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, S. L. de. Exigências climáticas. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa/SPI, 1997. p. 35-46.

AMARAL, A. S.; DEFELIPO, B.V.; COSTA, L.M; FONTES, M.P.F. Liberação de Zn, Fe, Mn e Cd de quatro corretivos da acidez e absorção por alfaca em dois solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 1351-1358, 1994.

AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; VELLOSO, A. C. X.; COSTA, L. M.; OLIVEIRA, C. de. Formas químicas de zinco e sua absorção por plantas de milho cultivadas em solo tratado com resíduo siderúrgico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, n. 18, p. 313-320, 1994.

ANDERSON, D. L.; JONES, D. B. SNYDER, G. H. Response of a rice sugarcane rotation to calcium silicat slag on Everglades Histosols. **Agronomy Journal**. v. 79, p. 531-535, 1987.

ANDERSON, D. L.; Soil and leaf nutriente interations follwing application of calcium silicate slag to sugar cane. **Fertilizer Research**, v. 30, p. 9-18, 1991.

ANDRADE, G. M.; VASCONCELOS, L. F. L.; VELOSO, M. E. C.; SOUZA, V. A. B.; SOUSA, V. F Avaliação de genótipos de bananeira no estado do Piauí: comportamento vegetativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1 CD-ROM.

ARANTES, A.M.; DONATO, S.L.R.; SILVA, S. de O. e. Relação entre características morfológicas e componentes de produção em plátanos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 224-227, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004**: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.; **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 1987, 63p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.; **NBR 10007**: amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 11 th ed. Washington, 1970. 1015 p.

AUBERT, B. Action du climat sur le comportement du bananier en zones tropicales et subtropicales. **Fruits**, v.26, n.3, p. 175-188, 1971.

BALDEÓN, J. R. M. **Efeito da ação alcalinizante e do silício na eficiência do termofosfato magnésiano em solos ácidos**. Piracicaba, 1995. 92 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 247p.

BASTOS, J.C.H.A.G. **A escória de siderurgia como material corretivo e a interação com a adubação nitrogenada em cana-de-açúcar**. 2008. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2008.

BARBOSA, L.M.; BARBOSA, J.M.; BEDINELLI, C.; ASPERTI, L.M.; BELASQUE, E.F.; BATISTA, E.A. Efeitos de geadas em mudas de espécies arbóreas de mata ciliar utilizadas em ensaios de campo. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v.7 n.1, p. 95-105, 1993.

BARBOSA FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; PRABHU, A. S.; DATNOFF, KORNDÖRFER, G. H.; **A importância do silício para a cultura do arroz**. Encarte técnico. Informações Agronômicas nº 89. Piracicaba: POTAFÓS, 2000. 8p.

BATAGLIA, O. C.; GALLO, J. R. Determinação de cálcio e de magnésio em plantas, por fotometria de chama de absorção. **Bragantia**. Campinas, v.31, p.58-74, 1972.

BATAGLIA, O. C.; Determinação indireta de enxofre em plantas por espectrofotometria de absorção atômica. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 28, n.6, p. 672-675, 1976.

BÉLANGER, R. R.; BOWEN, P. A.; EHRET, D. L.; MENZIES, J. G. Soluble silicon – its role in crop and disease management of greenhouse crops. **Plant Disease**, São Paulo, v. 79, n.4, p.329-336, 1995.

- BELING, R. R. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2004. 136 p.
- BORTOLUZZI, E.C.; RHEINHEIMER, D.S.; PETRY, C.; KAMINSKI, J. Contribuição de constituintes de solo à capacidade de troca de cátions obtida por diferentes métodos de extração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 33, n. 3, p.507-515, 2009.
- BIRCHALL, J. D.; EXLEY, C.; CHAPPEL, J. S.; PHILLIPS, M. J. Acute toxicity to fish eliminated in silicon – interactions with aluminum and copper. **Coordination Chemistry Reviews**, Amsterdam, v.149, p.231-240, 1996.
- BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J. O enxofre no solo. In: BORKET, C.M.; LANTMANN, A.F. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: Embrapa Soja, IAPAR, SBCiS, p.11-27, 1988.
- BLEINROTH, E. W. Matéria prima. In: MEDINA, J. C. ; BLEINROTH, E.W.; MARTIN, Z.J. de.; MORETTI, V.A. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. rev. e ampl. Campinas: ITAL, 1990. p. 133-196. (Série frutas tropicais, 3).
- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J. (Coord.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa - SPI, p. 197-260, 1987.
- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L.S. da. Solos, nutrição e adubação da bananeira. In: ALVES, E.J., **Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed. rev. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999, p.197-254.
- BORGES, A. L.; SILVA, S.O.; CALDAS, R.C.; LEDO, C.A.S. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 314-318, 2006.
- BORGES, M. R.; COUTINHO, E. L. M. Metais pesados do solo após aplicação de biofósforo: I - Fracionamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 543-555, 2004a.
- BORGES, M. R.; COUTINHO, E. L. M. Metais pesados do solo após aplicação de biofósforo: II - Disponibilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 557-568, 2004b.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Portaria Nº 31, de 8 de junho de 1986. Determina as características físicas, PN e PRNT mínimas dos corretivos da acidez do solo: classifica os calcários agrícolas em função do PRNT e determina como será calculado o PRNT. **Diário Oficial**, Brasília, 14 de junho de 1986. seção 1, p.10.790.

BRASIL Decreto nº 2954. Aprova o regulamento da lei nº 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e da outras providências. **Normas jurídicas** (texto integral)_DEC004954, 14 de janeiro, 2004, 27p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. IN DAS no 28/2007 (D.O.U. 31/07/2007 Seção 01, página 01) Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2007. 141p.

BRASSIOLI, F.B.; PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M.; Avaliação agronômica da escória de siderurgia na cana-de-açúcar durante cinco ciclos de produção. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.381-387, 2009.

CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p.161-169, 2000.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A.F.; FELDHAUS, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da soja cultivada no sistema plantio direto em resposta ao calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.1029-1040, 2001.

CAMARGO, M.B.P.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R. Et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anuais no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.52, n. 2, p. 161-168, 1993.

CAMARGO, M.S.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.. Solubilidade do silício em solos: influência do calcário e ácido silícico aplicados. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 637-647, 2007 .

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van Determinação da matéria orgânica. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. cap. 9, p. 173-180.

CARVALHO, J. R. P. de et al. Avaliação de genótipos de bananeira no estado do Piauí: comportamento produtivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1 CD-ROM.

CARVALHO, R. **Interações silício-fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro e Cambissolo cultivados com mudas de eucalipto**. 1999, 89 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

CARVALHO-PUPATTO, J.G.; BÜLL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C.; MAUAD, M. & SILVA, R.H. Efeito da escória de alto forno no crescimento radicular e na produtividade de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 11, p.938-943, 2003.

CARVALHO-PUTATTO, J. G.; CRUSCIOL, C.A. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escória. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1213-1218, 2004.

CASAGRANDE, J.C.; ALLEONI, L.R.F.; CAMARGO, O.A.; BORGES, M. Adsorção de fosfato e sulfato em solos com cargas elétricas variáveis. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 27, p.51-59, 2003.

CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Programa paulista para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros. **Classificação da banana**. São Paulo, 1998. Folheto.

CERQUEIRA, R.C.; SILVA, S. de O. e; 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 .

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Decisão de diretoria no 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005.

CHAGAS, R. C. S. **Avaliação de fontes de silício para as culturas do arroz e milho**. Piracicaba, 2004. 80f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.

CHAMPION, J. **El plátano: técnicas agrícolas y producciones tropicales**. Barcelona: Blume, 1975. p .3-55.

CHAO, T.T. Anionic effects on sulfate adsorption by soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v.28, p.581-583, 1964.

COELHO, A. G.S.; AUDI, R. Aspectos sobre a bananicultura no litoral norte paulista estudados através de fotografias aéreas. **Bragantia**, v.25, n.8, p. 87-94, 1965.

COELHO, P.E. Da escória ao vidro. **Revista Limpeza Pública**, São Paulo, v.49, p. 36-45, 1998.

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 em: 15/04/2009.

CORRÊA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 1231-1237, 2004.

CORRÊA, J. C. **Aplicação de escória, lama cal e lodo de esgoto na superfície do solo sob sistema de plantio direto**. 2005. 167 p. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

COSTA, A. **Doses e métodos de aplicação de calcário na implantação de sucessão soja/trigo em sistema de plantio direto**. Botucatu, 2000, 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2000.

CRUSCIOL, C. A. C.; PULZ, A.L.; LEMOS, L.B.; SORATTO, R. P. Adubação silicatada e estresse hídrico em batata. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 4., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2007. p. 218-221.

DAMATTO JÚNIOR, 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. 70 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

DAMATTO JÚNIOR, E. R., CAMPOS, A.J.; MANOEL, L.; MOREIRA, G.C.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R.M. Produção e caracterização de frutos de bananeira 'Prata-Anã' e 'Prata-Zulu'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 440-443, 2005.

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. **Adubação orgânica da bananeira Prata-Anã e experiências com outras cultivares nas Ilhas Canárias**. 2008. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

DAMATTO JUNIOR, E.R.; BÔAS, R. L.V; LEONEL, S.; NOMURA, E.S. FUZITANI, E.J. Crescimento e produção de bananeira Prata-Anã adubada com composto orgânico durante cinco safras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. spe1, p. 713-721, 2011.

DATNOFF, L. E.; RAID, R.N.; SNYDER, G.H.; JONES, D.B. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. **Plant Diseases**, v.75, n.7, p. 729-732, 1991.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R.; **Fertilidade do solo**. Viçosa: Editora UFV, 2007. Cap. III, p. 127.

DELVAUX, B. Soils. In: GOWEN, S> (Ed.) **Bananas and planains**. London: Chapman & Hall, 1995. p.230-257.

DEUS, A.C.F.; **Avaliação de eficiência relativa para a reatividade em silicatos**. 2010. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

DONATO, S. L. R. et al. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa* spp.), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p.139-144, 2006.

DURIGAN, J. F.; RUGGIERO, C. **Bananas de Qualidade**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 37 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v.91, p.11-17, 1994.

EPSTEIN, E. Silicon. *An. Rev. Plant Phys.* **Plant Mol. Biol.**, v.50, p. 641-664, 1999.

FAO–FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 24 abr. 2013.

FÁZIO, P.I.; GUTIERREZ, A.S.D. **Uso de corretivos de acidez do solo comercializados no Espírito Santo**. Vitória: Incaper, 1989. 27p. (Boletim técnico, 12).

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.

FERNANDEZ, F.A.; BÜLL, L.T.; CORRÊA, J.C.; CRESPAM, D.R.; Influência de silicato e calcário na decomposição de resíduos culturais e disponibilidade de nutrientes ao feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 935-945, 2009.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.

FERREIRA, S. M. **Efeito do silício na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.): aspectos bioquímicos, qualidade de fibra e produtividade**. 2008. 68 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

FIGUEIREDO, F. P. de. **Efeito de diferentes lâminas d’água e da área umedecida sobre o desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade do fruto da bananeira (*Musa sp.*) cv. Prata-Anã**. 1998. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

FOLTRAN, R. **Aplicação de calcário, silicato e gesso em soqueira de cana-de-açúcar sem despalha a fogo**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

FONSECA, I. M. **Efeito da escória de siderurgia como fonte de silício e sua interação com a adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha***. 2007. 87f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

FRANCHINI, J.C.; MEDA, A.R.; CASSIOLATO, M.E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por métodos biológico. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, p.357-60, 2001.

FREITAG, E.E.; **Escória de aciaria, lama cal e lodos de esgoto no cultivo da soja sob sistema de plantio direto**. 2008. 278p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

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* Simmonds, cultivar Nanicão). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.24, n.1, p. 70-79, 1972.

GANGA, R. M. D.; RUGGIERO, C.; MARTINS, A. B. G. Avaliação de seis cultivares de bananeira em Jaboticabal-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1 CD-ROM.

GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.193, p.35-48, 1997.

GOMES, E. M. **Crescimento e produção de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘Maça’ fertirrigadas com potássio**. 2004. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

GURGEL, M. N. A. **Efeitos do silicato de cálcio e sua interação com o fósforo no estado nutricional, produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar**. 1979, 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

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

HOFFMANN, R.B.; OLIVEIRA, F.H.T.; SOUZA, A.P.; GHEYI, H.R.; SOUZA JÚNIOR, R.F. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.32, n.1, p. 268-275, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Produção Agrícola Municipal. Banana**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=10&i=P>>. Acesso em: 10 mai. 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – I.A.L.. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 553 p.

JARAMILLO, R.C. **Las principales características morfológicas del fruto de banano, variedad Cavendish Gigante (Musa AAA) em Costa Rica**. Upeb: Impretex, 1982. 42p.

JONES, L.H.P.; HANDRECK, K.A. Effect of iron and aluminum oxides on silica in solution in soils. **Nature**, 18:852-853, 1963.

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

KLUGE, R.A. Bananeira. In: CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. (coord.). **Ecofisiologia de fruteiras tropicais: abacaxizeiro, maracujazeiro, mangueira, bananeira e cacauzeiro**. São Paulo: Nobel, 1998. p. 69-88.

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças de cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.70, p. 1-3, 1995.

KORNDÖRFER, G. H.; COELHO, N. M.; SNYDER, G. H.; MIZUTANI, C. T. Avaliação de métodos de extração de silício para solos cultivados com arroz sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.23, n.1, p. 101-106, 1999.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H.S. O papel do silício na citricultura. FAGOTTI, M.; DALFRÉ, C.; BARROTI, G.; ROCHA, H.F.C.; TEÓFILO, J.E.M.; MINATEL, K.C. (ed.). **Revista Citricultura Atual**. Cordeirópolis, v.4, n.25, p.16-18, 2001

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. O papel do silício na produção da cana-de-açúcar. **Revista STAB**, Piracicaba, v.21, n.1, p.6-9. 2002.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2003. 23 p. (Boletim Técnico, 1).

KORNDÖRFER, G. H.; NOLLA, A.; OLIVEIRA, L. A. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Uberlândia, GPSi-ICIAG-UFU, 2004. 39 p. (Boletim Técnico, 02).

KORNDÖRFER, G. H.; CORRÊA, G.F.; PEREIRA, H.S.; D. S. BARBOSA ; RESENDE, R.H.. Extratores de silício solúvel em solos: influência do calcário e fósforo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n.2, p. 9-19, 2005.

LANNING, F. C. Nature and distribution of sílica in strawberry plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.76, n.1, p.349-358, 1960.

LEDO, A. S.; SILVA, S. O.; AZEVEDO, F. F. Avaliação preliminar de genótipos de banana (*Musa* spp.) em Rio Branco - AC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 51-56, abr. 1997.

LÉLES, E.P. **Corretivos de acidez e fontes de fósforo na disponibilidade de p no solo, nutrição e produção do amendoim e do capim marandu**. 2012, 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas Universidade Estadual Paulista “Júlio de mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

LEONEL, S.; GOMES, E. M.; PEDROSO, C. J. Desempenho agrônômico de bananeiras micropropagadas em Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 245-248, 2004.

LEONEL, S.; DAMATTO JUNIOR, E.R. Caracterização das áreas de cultivo da bananeira 'maçã' na região de Ribeirão do Sul - SP. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 958-965, 2007 .

LIMA FILHO, O.F.; LIMA, M.T.G.; TSAI, S.M. O silício na agricultura. **Informações Agrônômicas**, n.87, p.1-7, 1999. (Encarte Técnico).

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: Coordenadoria de Assistência técnica Integral, v.2. 1994.

LOPES, A. **Solos sob “cerrado”**: características propriedades e manejo. Piracicaba: POTAFOS, 1983. 162p.

LÓPEZ, M.A. Fertilización del cultivo de banano con diferentes doses de nitrógeno, fósforo y potasio. In: REUNIÓN DE LA ACORBAT, 10. 1991, Tabasco, México. **Anais...** San José, Costa Rica:CORBANA, 1994, p.65-79.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2.ed. Campinas: Rural, 2002. 214p.

MA, J.F.; TAKAHASHI, E. Effect of silicic acid on rice in P-deficient soil. **Plant & Soil**, v.126, p. 121-125, 1990.

MADEIROS, L. B.; VIEIRA, A. O.; DANTAS NETO, J.; BELTRÃO, N. E. M.; AQUINO, B. F. **Influencia da escória siderúrgica sobre a produtividade e crescimento da cana de açúcar irrigada**. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.3. p.192-202, 2008.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: adubos e adubações. 3 ed. São Paulo, Ceres, 1981. 596p.

MALAVOLTA, E. Pesquisa com nitrogênio no Brasil - passado, presente e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS 1., Itaguaí, 1990. **Anais...** Itaguaí, Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1990, 1990. p.89-177.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2006, 638p.

MANICA, I.; GOMES, J. A.; Outras Práticas Culturais Importantes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., 1984, Jaboticabal, **Anais...** p.196-213.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 4: banana**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. 485 p.

MANTOVANI, J.R.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; ALVES, W.L. Extratores para avaliação da disponibilidade de metais pesados em solos adubados com vermicomposto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 371-378, 2004.

MARCIANO, C. R.; MOARES, S. O.; OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E. Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo Amarelo saturado e não-saturado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.25, n.1, p. 1-9, 2001.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTIN-PRÉVEL, P. Echantillonnage du bananier par l'analyse foliaire; conséquences des différences de techniques. **Fruits**, Paris, v.32, n.3, p.151-166, 1977.

MATTOS, C.R.R. **Disponibilidade de fósforo em dois Latossolos em função da época de aplicação de superfosfato triplo, do fosfato de Araxá e de uma mistura calcáreo-gesso**. 1988. 59 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C. A. C.; CORRÊA, J. C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.27, n.5 p. 867-873, 2003.

MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J. de.; MORETTI, V. A. **Banana: cultura, material-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1985. 302 p.

MELO, S. P. **Silício e fósforo para o estabelecimento do capim-Marandu num Latossolo Vermelho-Amarelo**. 2005. 110f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MELO, W. J. de; MARQUES, M. O.; MELO, V. P. de. O uso agrícola do bio-sólido e as propriedades do solo. In: **Bio-sólidos na agricultura**. 2. ed., São Paulo: ABES/SP, 2002, p.289-363.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Cooper, further elements of importance. In: MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant**. 4. ed. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1987. p. 573-588.

MIGGIOLARO, A.E.; **Lodo de esgoto, escória de aciaria e lama cal na cultura da soja sob sistema plantio direto em Latossolo Vermelho**. 2009. 114 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2009.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 92, 2000. 8p. (Encarte técnico).

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. Evolution of plant residues on the mobility of surface applied lime. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 251-256, 2002.

MOREIRA, R. S. **Banana: Teoria e Prática de Cultivo**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 335 p.

MOTA, F.S. **Meteorologia agrícola**. 5.ed. São Paulo, Nobel, 1981. 376p.

NABLE, R. O.; LANCE, R. C. M.; CARTWRIGHT, B. Uptake of boron and silicon by barley genotypes with differing susceptibilities to boron toxicity. **Annals of Botany**, Oxford, v.66, n.1, p.83-90, 1990.

NANAYAKKARA U. N.; UDDIN, W. ; DATNOFF, L. E. Effects of soil type, source of silicon, and rate of silicon source on development of gray leaf spot of perennial ryegrass turf. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 92, n. 6, p. 870-877, 2008.

NOLLA, A.; KORNDÖRFER, G. H. Produção de cana-de-açúcar e correção da acidez de um Neossolo submetido à aplicação de carbonato e silicato de cálcio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 4., 2007, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: UNESP, 2007. p. 30-33.

OLIVEIRA, M.A.; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; SOARES FILHO, W.S.; CORDEIRO, Z. J. M.; DANTAS, J. L. L.; SILVA, S. de O. e. Avaliação agronômica de cultivares e híbridos promissores de banana I: porte médio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 15, n. 3, p. 7-13, dez. 1993.

OLIVEIRA, M.R. **Aplicação de escória de aciaria e calcário no solo e desenvolvimento do primeiro ciclo da grama bermuda**. 2012. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

OLMOS, I.L.J.; CAMARGO, F.S. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.38, p.47-57, 1976.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. **Seja o doutor do seu canavial**. Encarte de Informações Agronômica, setembro/1994. p. 6 (Boletim Técnico 67).

PALMER, J. K. The banana. In: HUME, A. C. (Ed.). **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v. 2, p. 65-101.

PAVAN, M.A.; OLIVEIRA, E.L. Corretivos da acidez do solo: experiências no Paraná. In: KAMINSKI, J. (Coord.). **Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto**. Pelotas: Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.61-76. (Boletim, 4).

PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.32, n.3, p. 911-920, 2008.

PEREIRA, H. S.; BARBOSA, N. C.; CARNEIRO, M.A. C.; KORNDÖRFER, G.H. Avaliação de fontes e de extratores de silício no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 239-247, 2007.

PEREIRA, H. S.; GAMA, A.J.M.; CAMARGO, M.S.; KORNDÖRFER, G.H. Reatividade de escórias silicatadas da indústria siderúrgica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p. 382-390, 2010.

PEREIRA, L. V.; SILVA, S. de O. e; ALVES, E.J.; SILVA, C.R.R. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 17-25, 2003.

PEREIRA, M. C. T. **Crescimento e produção de primeiro ciclo da bananeira (*Musa spp.*) ‘Prata-Anã’ (AAB) em sete espaçamentos, em Jaíba e Visconde do Rio Branco (MG)**. 1997. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

PEREIRA, M.C.T.; SALOMÃO, L.C.C.; SILVA, S. de O. e; CECOM, P.R.; PUSCHMANN, R.; JESUS, O.N. de; CERQUEIRA, R.C. Suscetibilidade à queda natural e caracterização dos frutos de diversos genótipos de bananeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.499-502, 2004.

PIAU, W. C. **Efeitos de escórias de siderurgia em atributos químicos de solos e na cultura do milho (*Zea mays L.*)**. 1995. 124 f. Tese (Doutorado em Ciências/Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba, Nobel, 1991. 468p.

PIZA JÚNIOR, C.T.; QUAGGIO, J.A.; MELETTI, L.M.M.; SILVA, J.R.; SÃO JOSÉ, A.R.; KARATI, R. Maracujá. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p.148-149. (Boletim Técnico, 100).

PÖTTEKER, R.; BEM, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 22, p. 675-84, 1998.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, p.739-744, 2000.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M.; NATALE, W.; **Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil: Estudos na cultura da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 67p. 2001.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Resposta da cana-de-açúcar à aplicação de escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.201-209, 2001.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 129-135, 2002.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo da acidez do solo na soqueira da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.287-296, 2003.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F. M. ; NATALE, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.287-296, 2003.

PRADO, R.M.; NATALE, W.; CORRÊA, M.C.M.; BRAGHIROLI, L.F. Efeitos da aplicação de calcário no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 145-149, 2004.

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

PLUCKNETT, D. L. **The use of soluble silicates in Hawaiian agriculture**. Queensland: University of Queensland, v. 1, p. 203-223, 1971.

QUAGGIO, J.A. Reação do solo e seu controle. In: SIMPOSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, Piracicaba, 1986. Piracicaba. **Anais...** Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.53-89.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; PIZA JÚNIOR, C.T. Frutíferas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. e atual. Campinas: Fundação IAC, 1997a. cap. 17, p. 121-154, (IAC-Boletim 100).

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. Frutíferas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Fundação IAC, 1997b. p. 131-132 , (IAC-Boletim 100).

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 111p.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. Determinação do pH em cloreto de cálcio e da acidez total. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. cap. 10, p. 181-188.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: IAC, 1983. 31 p. (Boletim técnico, 81).

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

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C de.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RAIJ, B. van **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RAMOS, D.P. **Avaliação de genótipos de bananeira (musa sp.) em Botucatu-SP**. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

RAMOS, D.P.; LEONEL, S.; MISCHAN, M.M.; DAMATTO JUNIOR, E.R. Avaliação de genótipos de bananeira em Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.1092-1101, 2009a.

RAMOS, D.P.; LEONEL, S.; MISCHAN, M.M. Caracterização físico-química dos frutos de genótipos de bananeira produzidos em Botucatu-SP. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. spe, p. 1765-1770, 2009b.

RANGEL, A.; PENTEADO, L. A. C.; TONET, R. M. **Cultura da banana**. Campinas: CATI, 2002. 91 P. (Boletim técnico, 234).

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C.; GATIBONI, L.C. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 797-805, 2000.

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

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

- ROCHA, J. L. V. Fisiologia pós-colheita de banana. In: Simpósio brasileiro de bananicultura. 1., 1984. Jaboticabal, **Anais...**, Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1984. p.353-364.
- ROCHA JUNIOR, O. M.; **Padrão espacial e tamanho da amostra para avaliação da severidade da Sigatoka-amarela da bananeira.** 2007. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.
- RODRIGUES, M. G. V.; SOUTO, R. F.; SILVA, S. de O. e. Avaliação de genótipos de bananeira sob irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 444- 448, 2006.
- RONQUIM, C.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 8)
- ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. **Microclimate – the biological environment.** New York: John Wiley & Sons, Inc., 1983, 495p.
- ROSSETTI, A. G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de plantas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.433-438, 2002.
- ROSSIELLO, R.O.P.; JACOB NETTO, J. Toxidez de alumínio em plantas: novos enfoques para um velho problema. In: **Nutrição mineral de plantas.** FERNANDES, M.S. (ed.) Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 375-418, 2006.
- ROSSIGNOLI, P. A. **Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de banana 'Prata' em condições ambiente.** 1983. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1983.
- SANDIM, A.S. Disponibilidade de fósforo em função da aplicação de calcário e silicatos em solos oxídicos. 2012, 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.
- SANTOS, S.C.; CARNEIRO, L.C.; SILVEIRA NETO, A.M. da; PANIAGO JÚNIOR, E.; PEIXOTO, C.N. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares de bananeira resistentes à Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 449-453, 2006.
- SAVANT, N.K.; KORNDÖRFER, G.H.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H. Silicon nutrition and sugar cane production: a review. **Jornal Plant Nutri**, v.22, n.12, p.1853-1903, 1999.
- SGARBIERI, V. C.; HEC, M.; LEONARD, S. J. Estudo bioquímico de algumas variedades de banana cultivadas no Brasil. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 527-558, 1965/66.

SILVA, C. A. Disponibilidade de metais pesados para milho cultivado em Latossolo sucessivamente tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 353-364, 2006.

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-CNPMPF, 1999a. p.85-106.

SILVA, S. de O. e; ALVES, E. J. Melhoramento genético e novas cultivares de bananeira. In: **Banana: produção, colheita e pós-colheita**. LACERDA, V. (ed.); **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 91-96, 1999b.

SILVA, S. de O. e; CARVALHO, P. C. L.; SHEPHERD, K.; ALVES, E. J.; OLIVEIRA, C. A. P.; CARVALHO, J. A. B. S. **Catálogo de germoplasma de bananeira (*Musa spp.*)**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999c. 152 p. (Documentos, 90).

SILVA, S. de O. e; ROCHA, S.A.; ALVES, E. J.; CREDICO, M.; 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, 2000.

SILVA, S. de O. e, FLORES, J.C.O.; LIMA NETO, F.P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 11, p. 1567-1574, 2002.

SILVA, T.O.; 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**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 152-155, 2003.

SIVIERO, A.; LEDO, A.S.; Avaliação de genótipos de banana à sigatoka-amarela na amazônia ocidental. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 724-726, 2002.

SORATTO, R. P. **Aplicação de calcário e gesso em superfície na implantação do sistema de plantio direto**. 2005. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananas: cultivo y comercialización**. 2. ed. San José: Litografía e Imprensa, 1992. 674 p.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio In: SOUSA, D. M. G; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Viçosa, MG: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. p. 129-145.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. ACIDEZ DO SOLO E SUA CORREÇÃO In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

SOUTO, R.F.; RODRIGUES, M.G.V.; MENEGUCCI, J.L.P. Efeito da retirada da inflorescência masculina na precocidade da colheita e produção da bananeira Prata-Anã sob irrigação na região norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p. 257-260, 2001.

SOUZA, R.F.; FAQUIN, V.; CARVALHO, R.; TORRES, P.R.F.; POZZA, A.A.A. Atributos químicos de solos influenciados pela substituição do carbonato por silicato de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p. 1563-1572, 2008.

SOUZA, M.; GUIMARÃES, P.T.G.; CARVALHO, J.G.; FRAGOAS, J.C.; Banana 'Prata-Anã' In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V. V.H. (editores); **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^a** aproximação. Viçosa: CFSEMG. P. 217-218, 1999.

SOUZA, M.E.; LEONEL, S.; FRAGOSO, A.M.. Crescimento e produção de genótipos de bananeiras em clima subtropical. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n.4, p. 587-591, 2011.

STRUFFALDI DE VUONO, Y.; BARBOSA, L.M. ; BATISTA, E.A.; GURGEL FILHO, O.A. 1982. Efeitos biológicos da geada na vegetação do cerrado. In: I Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Campos do Jordão, 1982. **Anais...** São Paulo, Silvicultura em São Paulo, 1982. p. 545-547.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of sílica. In: MATUSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII, R.; ISHIHARA, K.; HIRATA, H. **Science of rice plant physiology**. Tóquio: Nobunkyo, 1995. v.2, p. 420-433.

TEIXEIRA, L.A.J.; SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Banana . In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (editores); **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. e atual. Campinas: IAC. p. 131-132, 1997 (IAC-Boletim 100).

VELOSO, C.A.C.; BORGES, A.L.; MUNIZ, A.S.; VEIGAS, I.A. de J.M. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 49, n. spe, p. 123-128, 1992.

YOSHIDA, S. Effect of sílica and citrogen supply on some leaf characters of the rice plant. **Plant Soil**. v.31, n.1, p.48-56, 1965.

ZANETI, L.Z.; CATENI, A.; LIMA, P.A. ; MARINATO, L.P.; MAURI, A.L.; REIS, E.F.; AMARAL, J.F.T. Reação de solubilização de calcário em solos do Espírito Santo. **Cd Rom**. XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2003, Ribeirão Preto.

ZIGLIO, C.M.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Formas orgânicas e inorgânicas de mobilização do cálcio no solo. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, p.257-262, 1999.