

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**USO AGRONÔMICO DO SUBPRODUTO DA INDÚSTRIA
PROCESSADORA DE GOIABAS**

Henrique Antunes de Souza
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Julho de 2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**USO AGRONÔMICO DO SUBPRODUTO DA INDÚSTRIA
PROCESSADORA DE GOIABAS**

Henrique Antunes de Souza

Orientador: Prof. Dr. William Natale

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2011

S729u Souza, Henrique Antunes
 Uso agrônômico do subproduto da indústria processadora de
 goiabas / Henrique Antunes de Souza. -- Jaboticabal, 2011
 xi, 238 f. : il. ; 28 cm

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
 Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
 Orientador: William Natale
 Banca examinadora: Danilo Eduardo Rozane, José Frederico
 Centurion, Luiz Antonio Teixeira, Silvia Helena Modonese Gorla da
 Silva
 Bibliografia

 1. *Psidium guajava*. 2. Goiabeira. 3. Resíduo de goiaba. 4.
 Adubação orgânica I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
 Agrárias e Veterinárias.

 CDU 631.86:634.42

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

HENRIQUE ANTUNES DE SOUZA – Nascido em Franca – SP em 8 de novembro de 1982, graduou-se Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2007 na Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG. Durante o curso de graduação realizou diversos estágios, foi monitor de duas disciplinas, participou e organizou diversos eventos, membro do Núcleo de Estudos em Fruticultura – UFLA, bolsista de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) por dois anos, dentre outras atividades realizadas. Em março de 2007 iniciou o Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal-SP. Durante o mestrado foi bolsista nos primeiros seis meses do CNPq e até o final do curso da FAPESP. Realizou diversas atividades, como estágio docência nas disciplinas de Fertilizantes e Corretivos (Agronomia) e Adubos e Adubação de Plantas Forrageiras (Zootecnia), participou de simpósios, congressos e grupos de pesquisa, ainda, conduziu diversos experimentos e organizou o I Simpósio Paulista de Nutrição de Plantas, obtendo o título de Mestre em fevereiro de 2009. Em março de 2009 iniciou o curso de doutorado (Agronomia/Produção Vegetal) na mesma instituição, sendo bolsista CNPq nos primeiros quatro meses e FAPESP até novembro de 2010, dentre as atividades realizadas estão: estágio docência nas disciplinas de Adubação de Culturas (Agronomia) e Fertilizantes e Corretivos (Agronomia), participou de Simpósios e Congressos, conduziu diversos experimentos, foi Co-orientador de Iniciação Científica e Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação e organizou o III Simpósio Brasileiro da Cultura da Goiaba. Em julho de 2010 foi aprovado em 1º lugar para Pesquisador em Nutrição de Plantas, Fertilidade e Condicionadores de Solos em concurso da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e, em dezembro de 2010 foi convocado para assumir vaga como Pesquisador na Embrapa Caprinos e Ovinos em Sobral-CE. Publicou 31 artigos em periódicos científicos e 123 resumos em Anais de

eventos científicos, editou 3 livros, escreveu 5 capítulos de livros e organizou 5 eventos. Em julho de 2011 obteve o título de Doutor.

Dever e trabalho

O compromisso de trabalho inclui o dever de associar-se a criatura ao esforço de equipe na obra a realizar.

Obediência digna tem o nome de obrigação cumprida no dicionário da realidade.

Quem executa com alegria as tarefas consideradas menores, espontaneamente se promove às tarefas consideradas maiores.

A câmera fotográfica nos retrata por fora, mas o trabalho nos retrata por dentro.

Quem escarnece da obra que lhe honorifica a existência, desprestigia a si mesmo.

Servir além do próprio dever não é bajular e sim entesourar apoio e experiência, simpatia e cooperação.

Na formação e complementação de qualquer trabalho, é preciso compreender para sermos compreendidos.

Quando o trabalhador converte o trabalho em alegria, o trabalho se transforma na alegria do trabalhador.

Francisco Cândido Xavier/André Luiz

Aos meus pais Eliseo e Rita, ao meu irmão Francisco e a minha vó Luzia,

DEDICO.

Aos meus avós Eliseo e Alda e meu avô Ivo (*in memoriam*)

OFEREÇO.

À Deus

AGRADEÇO E LOUVO SEMPRE.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por fazer tudo na minha vida possível.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Produção Vegetal pela oportunidade oferecida.

Ao CNPq (Processo nº 574784/2008-0) e a FAPESP (Processo nº 2008/57360-0) pelo auxílio financeiro ao projeto, e ao CNPq (Processo nº 140522/2009-3) e a FAPESP (Processo nº 2008/57361-7) pela concessão da bolsa de doutorado, sem os quais seria impossível a realização do projeto e do curso de doutorado.

Ao Prof. Dr. William Natale, que durante quase cinco anos com muita paciência e dedicação me orientou. Obrigado pela confiança, amizade, ensinamentos, atenção e apoio. O que aprendi sobre pesquisa científica devo a você. Meus sinceros agradecimentos sempre!

À Sr^a. Marisa Natale pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

Aos membros da banca de qualificação Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, Prof. Dr. Jairo Osvaldo Cazetta, Prof. Dr. José Carlos Barbosa e Prof. Dr. José Frederico Centurion e, membros da banca de defesa da tese Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane, Prof. Dr. José Frederico Centurion, Prof. Dr. Luiz Antonio Junqueira Teixeira e Prof^a. Dr^a. Silvia Helena Modonese Gorla da Silva pelas valiosas contribuições, as quais melhoraram muito o trabalho.

À minha namorada Helen Cristina de Arruda Rodrigues, cuja ajuda, apoio, carinho, compreensão, dedicação, paciência, respeito e companheirismo foram muito importantes em todos os momentos.

À todos que participaram da equipe de trabalho do Prof. Dr. William Natale, com certeza aprendemos e crescemos juntos nestes anos de convivência.

Aos amigos Danilo Eduardo Rozane e Daniel Angelucci de Amorim que nos últimos anos a convivência harmoniosa e solidária me ensinaram muito sobre companheirismo. Ser crítico com o nosso trabalho é importante! Muito obrigado, serei sempre grato a vocês.

Às amigas Liliane Maria Romualdo e Amanda Hernandes pelo bom convívio, discussões e auxílios.

À Viviane Cristina Modesto, Maria Jacqueline Thomazini Dias e Anne Elise Cesarin cuja convivência foi sempre harmoniosa.

Aos amigos Felipe Oliveira Magro, João Marigo Cerezoli, Cléber Lázaro Rodas e José Rafael de Carvalho dos tempos de Lavras, que mesmo distantes sempre torceram por mim.

Aos demais amigos, colegas e companheiros de pesquisa que estando presentes ou não sempre torceram pelo meu sucesso e sempre me incentivaram.

A os funcionários do Departamento de Solos e Adubos pelo auxílio e incentivo, em especial à Sr^a. Célia Regina Francisco Muniz, à Sr^a. Cláudia Campos Dela Marta e ao Sr. Dejair Lucio da Silva.

À Indústria de Polpas e Conservas VAL Ltda. pela concessão da área e auxílio na condução do projeto.

Ao Técnico Agropecuário Valdemir Brunhara, ao Sr. Gilmar, à Sr^a. Débora e aos demais funcionários da Indústrias de Polpas e Conservas VAL Ltda. que auxiliaram nas coletas de solo, aplicação do resíduo, colheita e demais análises.

À Embrapa/CNPC pela liberação e apoio para a defesa da Tese.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Cultura da goiaba.....	4
2.2. Uso de subprodutos orgânicos.....	8
2.3. Adubação nitrogenada.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Caracterização da área experimental.....	22
3.2. Caracterização do subproduto do processamento das goiabas.....	26
3.3. Instalação e duração do experimento.....	27
3.4. Delineamento e duração do experimento.....	28
3.5. Procedimentos de avaliação dos efeitos dos tratamentos.....	29
3.5.1. Atributos químicos do solo.....	29
3.5.2. Estado nutricional.....	30
3.5.3. Produção de frutos.....	31
3.5.4. Qualidade dos frutos.....	31
3.5.5. Exportação de nutrientes pelos frutos.....	32
3.6. Análise dos dados.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1. Atributos químicos do solo.....	34
4.1.1. Análise de solo referente a dezembro de 2006.....	34
4.1.2. Análise de solo referente a dezembro de 2007.....	40
4.1.3. Análise de solo referente a dezembro de 2008.....	51
4.1.4. Análise de solo referente a dezembro de 2009.....	62
4.1.5. Análise de solo referente a dezembro de 2010.....	78
4.2. Estado nutricional.....	92
4.2.1. Análise foliar.....	92
4.2.1.1. Análise foliar referente a junho de 2006.....	92
4.2.1.2. Análise foliar referente a maio de 2007.....	94
4.2.1.3. Análise foliar referente a novembro de 2007.....	98
4.2.1.4. Análise foliar referente a setembro de 2008.....	106
4.2.1.5. Análise foliar referente a julho de 2009.....	112
4.2.1.6. Análise foliar referente a março de 2010.....	117
4.2.2. Índice SPAD.....	124
4.2.2.1. Índice SPAD referente a maio de 2007.....	124
4.2.2.2. Índice SPAD referente a novembro de 2007.....	127

4.2.2.3. Índice SPAD referente a setembro de 2008.....	130
4.2.2.4. Índice SPAD referente a julho de 2009.....	134
4.2.2.5. Índice SPAD referente a março de 2010.....	137
4.2.3. Análise de clorofila.....	140
4.2.3.1. Análise de clorofila referente a julho de 2009.....	140
4.2.3.2. Análise de clorofila referente a março de 2010.....	146
4.3. Produção de frutos.....	150
4.3.1. Produção de frutos referente ao período dezembro de 2006 a fevereiro de 2007.....	150
4.3.2. Produção de frutos referente ao período de julho a setembro de 2007.....	151
4.3.3. Produção de frutos referente ao período de fevereiro a abril de 2008.....	152
4.3.4. Produção de frutos referente ao período de janeiro a março de 2009.....	156
4.3.5. Produção de frutos referente ao período de novembro de 2009 a janeiro de 2010.....	159
4.3.6. Produção de frutos referente ao período de agosto a outubro de 2010.....	162
4.4. Qualidade de frutos.....	168
4.4.1. Qualidade de frutos referente à colheita de dezembro de 2006 a fevereiro de 2007.....	168
4.4.2. Qualidade de frutos referente à colheita de julho a setembro de 2007.....	169
4.4.3. Qualidade de frutos referente à colheita de fevereiro a abril de 2008.....	171
4.4.4. Qualidade de frutos referente à colheita de janeiro a março de 2009.....	172
4.4.5. Qualidade de frutos referente à colheita de novembro de 2009 a janeiro de 2010.....	174
4.4.6. Qualidade de frutos referente à colheita de agosto a outubro de 2010.....	175
4.5. Exportação de nutrientes pelos frutos.....	177
4.5.1. Exportação de nutrientes referente à colheita de janeiro a março de 2009.....	177
4.5.2. Exportação de nutrientes referente à colheita de novembro de 2009 a janeiro de 2010.....	192
4.5.3. Exportação de nutrientes referente à colheita de agosto a outubro de 2010.....	203
5. CONCLUSÕES.....	219
REFERÊNCIAS.....	220
APÊNDICE.....	234

USO AGRONÔMICO DO SUBPRODUTO DA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE GOIABAS

RESUMO - A utilização do subproduto da indústria de processamento de goiabas poderia substituir parcialmente a adubação mineral, tendo em vista o relativamente elevado teor de nutrientes contidos neste subproduto, diminuindo os impactos ambientais de seu acúmulo e reduzindo os custos de produção nas áreas frutícolas. Dada à escassez de informações na literatura e a importância do manejo adequado de subprodutos orgânicos na agricultura, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação do subproduto em um Argissolo, determinando-se as alterações químicas provocadas no solo, no estado nutricional das goiabeiras e na produção de frutos. O delineamento empregado foi em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, sendo as doses do subproduto (moído) iguais a: zero, 9, 18, 27 e 36 t ha⁻¹ (peso seco) e mais dois tratamentos adicionais sendo a utilização do subproduto não moído (na dose de 18 t ha⁻¹) e a recomendação de adubos minerais. Foram feitas aplicações em: 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010. Com o incremento das doses houve aumento nas concentrações de N, P e Mn no solo, além de decréscimo no valor pH; houve, também, elevação dos teores foliares de N, Mg e Mn; incremento no índice SPAD, no teor de clorofila *b* nas folhas e na produção de frutos; houve, ainda, aumento no teor de N e decréscimo no teor de Ca nos frutos, além do aumento da exportação de N e K. As doses do subproduto não influenciaram os atributos de pós-colheita dos frutos. Os macronutrientes mais exportados foram: K>N>P>S>Mg>Ca e, micronutrientes foram: Fe>Zn>Mn>Cu>B. A aplicação do subproduto não moído (sementes não trituradas) pode ser uma opção, apresentando resultados satisfatórios. A adubação com o subproduto da indústria processadora de goiabas em pomar de goiabeiras mostrou-se potencialmente viável.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, subproduto, adubação orgânica, nitrogênio

USE OF BYPRODUCT OF GUAVA PROCESSING INDUSTRY

SUMMARY - The use of byproduct processing industry guavas could partially replace chemical fertilizers, in view of the relatively high content of nutrients in the residue, reducing the environmental impacts of their accumulation and reducing production costs in the areas of fruit. Considering the scarcity of information in literature and the importance of proper management of organic residue in agriculture aimed to evaluate the effects of the byproduct in an Hapludults, determining the chemical changes induced in the soil, nutritional status and yield of guava fruit. The experimental design was randomized blocks with seven treatments and four replications, the doses of the byproduct equal to zero, 9, 18, 27 and 36 t ha⁻¹ (dry weight) plus two additional treatments, one using of byproduct not crushed (equal 18 t ha⁻¹) and other the recommendation of mineral fertilizers. The applications were made in: 2006, 2007, 2008, 2009 and 2010. The increase of doses increased concentrations of N, P and Mn in the soil, decrease the pH, there was also increase foliar content of N, Mg and Mn, an increase the SPAD index, chlorophyll content *b* in leaves and fruit yield, also increase N content and decrease Ca content in fruits, in addition to increased export of N and K. The doses of the residue did not affect the attributes of post-harvest fruit. Macronutrients were exported more K>N>P>S>Mg>Ca, and micronutrients were: Fe>Zn>Mn>Cu>B. The application of residue not crushed may be an option, showing satisfactory results. The fertilization with residue of guava processing industry in the guava orchard proved to be potentially viable.

Key-words: *Psidium guajava*, residue, organic fertilizer, nitrogen

1. INTRODUÇÃO

A utilização de subprodutos orgânicos, urbanos ou industriais, em áreas agrícolas pode ser justificada pela necessidade de um destino apropriado para esses materiais visando a sua reciclagem, visto que a quantidade desses subprodutos tem aumentado rapidamente com o tempo.

Em todo o mundo as preocupações e as pesquisas com adubação orgânica têm voltado ao centro das discussões. É crescente o interesse dos governos, das instituições agronômicas e dos produtores rurais, por informações sobre o tema.

Uma alternativa interessante é procurar utilizar corretamente os subprodutos na propriedade, buscando novas fontes de insumos e materiais não convencionais, o que pode ser uma real oportunidade para a diversificação da propriedade agrícola.

É oportuno salientar a crescente importância da fruticultura, tanto no contexto nacional quanto mundial, devido, principalmente, às mudanças de hábitos alimentares da população.

O mercado de frutas frescas e de matéria-prima para a industrialização é altamente promissor. Além disso, o Brasil possui ótimo potencial edafoclimático, com aptidão para a maioria das frutíferas de interesse comercial.

Nesse contexto, o setor frutícola brasileiro tem evoluído, com reflexos na geração de indústrias alimentícias e a conseqüente maior oferta de empregos em toda a cadeia produtiva, além de fonte de renda alternativa para a propriedade rural e em divisas para o País com as exportações.

Além de uma fruticultura forte e acima de tudo rentável, deve-se atentar para os meios de produção. Nesse aspecto, a utilização de produtos alternativos e ecologicamente corretos é bem vista por produtores, técnicos, governo, além dos consumidores. Empregar subprodutos em áreas agrícolas pode ser justificado pela necessidade de um destino apropriado aos subprodutos, visando à reciclagem desses

materiais. Nos tempos atuais o volume desses subprodutos vem aumentando rapidamente, e uma utilização racional e coerente permitiria seu aproveitamento com economia em toda a cadeia produtiva. Na história da agricultura brasileira, o gesso agrícola, um subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados, se tornou um inconveniente, devido ao grande acúmulo nos pátios das fábricas; porém, com as pesquisas, descobriram-se mais tarde os benefícios desse material que hoje é empregado em muitas regiões e culturas.

O que justifica o interesse do governo em ações como essas (uso de subprodutos) é a diminuição do impacto ambiental causado pela indústria geradora, enquanto para os produtores seria o fato de se utilizar um insumo disponível em grandes quantidades, com custo reduzido e reciclando nutrientes nele contidos.

No Brasil, já se tem referência de estudos com o uso agrônômico de subprodutos tais como: vinhaça, lodo de esgoto, cama de frango, materiais orgânicos de salinas, subprodutos de indústria cítrica, celulósica, siderúrgica e vários outros. Na região de dos municípios paulistas de Monte Alto, Taquaritinga e Vista Alegre do Alto existem enormes áreas de plantio de goiabeira, seja para consumo *in natura* ou para industrialização e, neste último caso, gerando grande quantidade de subprodutos (cerca de 4 - 12% da massa total do fruto processado). Esse subproduto é proveniente do processo de despulpamento das goiabas, constituindo-se basicamente de sementes da fruta, sendo, portanto, um subproduto “limpo”, sem contaminantes. Algumas indústrias arcam com o ônus do transporte para descartá-lo a céu aberto ou em aterros sanitários, enquanto outras já retornam esse subproduto aos pomares para aplicação no solo, porém, sem qualquer critério técnico.

A busca por novos insumos agrícolas é de muita importância para uma agricultura sustentável e viável. Diante disso, a utilização do subproduto da indústria de processamento de goiabas poderia substituir parcialmente a adubação mineral, tendo em vista o elevado teor de nutrientes que contém este subproduto, diminuindo os

impactos ambientais de seu acúmulo e reduzindo os custos de produção nas áreas frutícolas.

Assim, fica evidente a importância de um experimento pioneiro em condições de campo com este subproduto, tendo a finalidade de dar um destino adequado ao subproduto, buscando ainda, reduzir os custos com a adubação mineral, que nos pomares de frutíferas normalmente são elevados.

Tendo em vista o exposto, objetivou-se avaliar as alterações nos atributos químicos do solo, no estado nutricional e na produção e qualidade de frutos em pomar de goiabeiras adultas, em função da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura da goiaba

A crescente demanda mundial por frutas tropicais, frescas ou processadas, requer aumento de produtividade e, esse objetivo somente poderá ser alcançado com melhorias nas técnicas de cultivo, processamento e armazenamento, entre outras. Em muitos casos, a adoção de métodos tradicionais de cultivo resulta em: baixos rendimentos, frutos de baixa qualidade e vida de prateleira curta. A melhoria no estado nutricional das fruteiras, devido ao seu papel-chave, deve ser capaz de amenizar essa situação, tendo em vista a baixa fertilidade natural da maioria dos solos brasileiros, por um lado e, por outro, a grande exigência em nutrientes das plantas perenes em relação às anuais. A irrigação, por sua vez, é outro fator indutor do aumento do rendimento das culturas (NAUMOV, 2009).

A fruticultura é a ciência e a arte do cultivo de plantas frutíferas. Tem por objetivo a exploração racional de plantas que produzem frutos comestíveis. A fruticultura difere da agricultura pela particularidade no tratamento de cada planta. Enquanto na agricultura as plantas recebem um tratamento coletivo, isto é, semeia-se e colhe-se como um todo, na fruticultura cada planta recebe um tratamento quase que individual (SIMÃO, 1998).

A grande superfície destinada ao cultivo das frutíferas no Brasil destaca a importância do País como centro produtor. A maioria das frutas é destinada ao mercado interno brasileiro, mas, com avanços significativos na exportação, destaca-se que a fruticultura tem apresentado resultados promissores, indicando o potencial do Brasil para ampliar a área com várias frutíferas, embora para algumas haja a necessidade de se solucionar sérios problemas fitossanitários (RUGGIERO, 2009).

A goiaba encontra-se em posição de destaque entre as frutas nativas, sendo uma das mais cultivadas no Brasil, o que demonstra sua grande importância, seja para

o consumo *in natura*, seja para o processamento industrial. Ainda, o país é um dos maiores produtores de goiabas do mundo juntamente com Índia, Paquistão, México e Egito, no entanto, para goiabas vermelhas do mundo o Brasil é o maior produtor.

Segundo AMAYA & FARFAN (2009), a goiaba possui baixo teor de gorduras e altos níveis de fibra, potássio, vitamina C, folato e carotenóides. O folato, segundo esses autores, é uma substância que auxilia na prevenção de doenças cardiovasculares.

Indicadores técnicos, econômicos e financeiros são ferramentas indispensáveis para a tomada de decisão do empresário rural, destacando-se o custo de produção como sendo a principal ferramenta para o direcionamento dos investimentos da empresa agropecuária. Com base em estimativas de custos, da safra 2008/09 para goiabeira 'Paluma', verifica-se que, no caso da cultura irrigada, os itens de maiores pesos na formação do pomar são despesas com mudas, análise de solo, calcário, fertilizantes, além de inseticidas e fungicidas, totalizando 66,7% do custo operacional (BEMELMANS et al., 2009).

FERREIRA (2009) cita que diante de inventários realizados, o acervo brasileiro de germoplasma de goiaba e espécies afins é o maior do mundo, representando cerca de 28% do total mundial de acessos conservados. Levando-se em consideração a enorme variabilidade genética natural dessa *Myrtaceae*, isso representa muito pouco; adicionalmente, deve-se enfatizar que além dessa pouca representatividade do germoplasma conservado em coleção, o mesmo é mantido em condições precárias, segundo o autor.

Tal constatação torna ainda mais importante a continuidade das pesquisas com a cultura, de modo que a goiabicultura possa alcançar seu merecido lugar. Aliado aos estudos genéticos, que é parte fundamental de toda a cadeia produtiva, deve-se frisar também a importância de estudos sobre aspectos fitotécnicos, como a propagação, a poda, a irrigação e a adubação, que são os alicerces da alta produtividade da cultura.

A propagação da goiabeira por meio de estacas herbáceas permite a obtenção de mudas em um período de seis meses, ao passo que, no processo de enxertia, são necessários dois anos (PEREIRA & NACHTIGAL, 2009). A estaquia permite, ainda, a instalação de pomares uniformes, iniciando a primeira safra no oitavo mês após o plantio definitivo no campo e, a segunda safra, cerca de 18 meses mais tarde (PIO et al., 2002).

A muda originária de estaca herbácea pode ser comercializada como “tipo vareta”, com haste única ou pernada com ramos primários já formados, o que permite seu transporte com raiz nua ou em torrão. O processo de produção de mudas por estaquia exige estrutura de controle de umidade e temperatura, a fim de garantir o adequado enraizamento das plantas (PIO et al., 2002).

Em pomares de goiaba, conduzidos de maneira empresarial, a técnica da poda é uma prática indispensável. A sanidade da planta, com a eliminação das partes atacadas por pragas e doenças, promove a melhor circulação do ar e o aumento da insolação no interior da copa, além de elevar a eficiência fotossintética, possibilitando o aumento da produtividade. A arquitetura da copa da planta, adequando o tamanho às proporções de cada variedade, à cada época e à cada condição de manejo, permite obter plantas com distribuição de peso proporcional nos ramos principais, a fim de suportar as altas produções, além de apresentar vigor moderado. Isso facilita os tratamentos fitossanitários, as operações de manejo e colheita, diminui o ciclo produtivo e determina a época de produção, o que, para a goiaba é de fundamental importância econômica, possibilitando a frutificação ao longo de todo o ano. Através da poda, há a regularização da produção, evitando a alternância de safras e melhorando a distribuição dos frutos na árvore, implicando em melhoria de qualidade (tamanho, coloração e peso) da fruta produzida (ROZANE et al., 2009a).

Outro aspecto importante na produção empresarial da cultura da goiaba é o emprego do sistema de irrigação. Se operado de forma satisfatória e com a

adequada manutenção, o sistema permite alcançar uniformidade de aplicação de água, gerando economia e grande aproveitamento pelas frutíferas (VIDAL, 2009).

Dispondo de um sistema de irrigação pressurizado, a fertirrigação é uma alternativa que se transforma em necessidade, devido às numerosas vantagens que oferece no manejo nutricional da cultura. Porém, para que tal ferramenta possa ser utilizada, conhecer os fundamentos da irrigação e da nutrição da frutífera se tornam indispensáveis para o sucesso desta operação (VIDAL, 2009).

Um dos fatores determinantes do aumento de produtividade das culturas é o atendimento das exigências nutricionais das plantas, especialmente através da calagem e da adubação. Em função do melhoramento genético, as plantas passaram a produzir mais e com qualidade superior, porém, sua exigência em nutrientes também aumentou. Por outro lado, os solos brasileiros são naturalmente pobres em termos de fertilidade e/ou têm sido submetidos à constante exploração, conduzindo-os à exaustão. Seja qual for o caso, a calagem e a adubação são imposições à exploração agrícola de forma sustentável e à conservação do solo como recurso natural não renovável (NATALE, 2009a).

A atividade agroindustrial ligada à cultura da goiaba é uma das mais importantes no estado de São Paulo, pois, a maior parte da fruta produzida é consumida na forma industrializada como doces, compotas, geléias e sucos. Isso é função da elevada fragilidade e perecibilidade dos frutos que, combinada ao seu alto grau de adequação ao processamento industrial, permite sua transformação, agregando valor ao produto colhido (NATALE, 2009a).

De acordo com dados do AGRUANUAL (2010), o Brasil produziu 328 mil toneladas de goiaba, com o estado de São Paulo respondendo por cerca de 36% da produção, sendo o maior estado produtor com aproximadamente 103 mil toneladas da fruta fresca/ano. Cerca de 55% dessa produção destina-se a industrialização, representando 57 mil toneladas de goiabas processadas anualmente.

Com o incremento da atividade agroindustrial no setor frutícola do Brasil, a geração de subprodutos tem aumentado enormemente, podendo ser considerado um problema seu descarte no ambiente. A utilização de subprodutos orgânicos, especialmente agroindustriais, é uma tendência mundial, que visa à reciclagem de nutrientes, à melhoria da fertilidade do solo, ao aproveitamento desses subprodutos em áreas próximas à sua geração, diminuindo custos com fertilizantes minerais e os impactos ambientais da deposição desses materiais em aterros sanitários (NATALE, 2009a).

Dentre as maiores regiões produtoras de goiaba no estado de São Paulo estão as cidades de Taquaritinga, Monte Alto e Vista Alegre do Alto, região que também concentra indústrias processadoras da fruta e, entre as cultivares, a cultivar Paluma é a mais plantada atualmente. Assim, a geração de subprodutos provenientes desta atividade traz preocupação ambiental, sendo que os estudos avaliando a aplicação deste subproduto nos pomares e, seus efeitos sobre a fertilidade do solo, o estado nutricional e a produção de frutos poderão indicar soluções, não apenas para as empresas geradoras deste subproduto, mas, também, ganhos com a economia no uso de adubos por parte dos produtores, bem como conduzir a um manejo mais adequado e consciente, em relação ao ambiente.

2.2. Uso de subprodutos agroindustriais

Um problema sério associado ao descarte de subprodutos em solos, de modo geral, é o fato de os mesmos serem produzidos de forma contínua. Para a disposição de cada subproduto existem problemas específicos que devem ser levados em conta no planejamento feito para cada solo, local e cultura; caso contrário, a capacidade de suporte do solo será excedida, comprometendo uma das mais importantes reservas da natureza (CAMARGO & BERTON, 2006).

A análise química irá indicar a possibilidade de o subproduto fornecer um ou mais nutrientes, os quais poderão substituir, ou mesmo eliminar a adubação química desses elementos. Da mesma forma, um elevado poder de neutralização poderá diminuir, ou mesmo eliminar os gastos com a aplicação de corretivos de acidez do solo. Já um elevado teor de matéria orgânica poderá aumentar a capacidade de troca catiônica (CTC), melhorar várias propriedades físicas, como a agregação e a retenção de água, e estimular inúmeros processos biológicos do solo (CAMARGO & BERTON, 2006).

Em geral, aplicações sucessivas de subprodutos elevam a quantidade de matéria orgânica do solo, aumentando a CTC, melhorando as propriedades físicas como agregação, condutividade hidráulica e retenção de água, e promovendo estímulos aos processos biológicos do solo. Subprodutos orgânicos, normalmente, contêm N, P e S na forma orgânica e, em quantidade significativa. Como a degradação da matéria orgânica ocorre de forma lenta no solo, isso faz com que esses nutrientes sejam disponibilizados gradualmente para as plantas, diminuindo, assim, as perdas por lixiviação e volatilização, no caso do N e, de fixação do P. Ao lado disso, a matéria orgânica também forma quelatos com micronutrientes, principalmente o cobre, aumentando assim, sua disponibilidade para as plantas (CAMARGO & BERTON, 2006).

A aplicação de determinado subproduto no solo agrícola deve ser feita de forma a proporcionar um efeito benéfico significativo ao sistema solo-planta. Para tanto, é necessário uma sequência de etapas a fim de avaliar corretamente o seu potencial para uso na agricultura (CAMARGO & BERTON, 2006).

Com o incremento da atividade agroindustrial no setor frutícola do Brasil, a geração de subprodutos tem aumentado de maneira proporcional. Nas regiões produtoras de goiaba para a industrialização, o descarte do subproduto gerado no processamento da fruta pode ser considerado um problema ambiental, embora esse subproduto possa ser fonte de nutrientes.

Este material é um subproduto do processo físico de despulpamento da goiaba, após a lavagem dos frutos com água clorada, constituindo-se basicamente de sementes. De 4 a 12 % do fruto são sementes e esta variação depende do tamanho do fruto e da variedade da goiabeira (MARTINS & KATO, 1988).

O nitrogênio é o elemento com maior teor no subproduto, seguido do potássio e do fósforo. Segundo LEBOUDI et al. (1988), que analisaram o subproduto da indústria processadora de goiabas no Egito, há 1,5% de N, 15 ppm de P, 111 ppm de K, 9,8 ppm de Fe, 8,7 ppm de Zn, 6,4 ppm de Mn e 5,5 ppm de Cu, cuja relação C/N é de 24,4. Considerando isso, os autores indicam que esse material pode ser utilizado como adubo orgânico, diminuindo o uso de fertilizantes minerais e, conseqüentemente, elevando o lucro dos agricultores, visto que o subproduto tem custo reduzido. KIEHL (1985) cita que sementes de goiaba, utilizadas como adubo orgânico, apresentam relação C/N de 48:1.

LEBOULD et al. (1988) estudaram o efeito da aplicação do subproduto de processamento de frutos de goiabeiras em um solo arenoso e outro argiloso, no Egito, na dose próxima a 60 toneladas por hectare de material seco. Verificaram redução do pH nos solos estudados, o que foi atribuído ao efeito dos ácidos produzidos pela decomposição da matéria orgânica. Ocorreu, ainda, elevação da relação C/N dos solos, especialmente no argiloso, o que refletiu no aumento da CTC apenas neste solo. Essa alteração na CTC foi atribuída à formação de complexos húmus-argila. A aplicação do subproduto elevou a concentração de N total, P e K disponíveis nos solos estudados, particularmente no solo argiloso.

IBRAHIM et al. (1988) estudaram o efeito da adição de subproduto do processamento de frutos de goiabeiras em dois solos (arenoso e argiloso), sobre a nutrição e a produção de matéria seca de milho e trigo. Pelos resultados houve aumentos na absorção de N, P, K, Fe, Mn, Zn e Cu pelas plantas e, conseqüentemente, maior produção de matéria seca, especialmente no solo argiloso.

MANTOVANI et al. (2004), estudando em casa de vegetação os efeitos da aplicação do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre fertilidade do solo, observaram aumento nas concentrações de P e K do solo. Além disso, esse subproduto comportou-se como fonte lenta no fornecimento de N e P para as plantas de milho.

CORRÊA et al. (2005), avaliando os efeitos da aplicação deste mesmo subproduto sobre atributos químicos do solo, observaram que houve aumento linear do teor de matéria orgânica e, também, das concentrações de potássio no solo.

TORRES (2008) avaliou, em condições de laboratório, a incubação do subproduto da indústria processadora de goiabas em um Argissolo por 180 dias. Constatou acidificação do solo, redução da saturação por bases e da concentração de cobre, além de incremento nas concentrações de M.O., K, Mg, (H+Al), SB, T, B, Fe, Zn e S. Ainda segundo o autor, o material em avaliação promoveu melhorias na fertilidade do solo, sendo potencialmente viável para uso em áreas agrícolas.

Os teores de nutrientes do subproduto utilizado nos estudos citados são próximos aos apresentados no presente experimento.

O nitrogênio é o nutriente mineral em maior concentração no subproduto, porém, a transformação do N para formas minerais assimiláveis pelas plantas é lenta. Assim, ROZANE et al. (2009b) avaliaram o efeito da aplicação do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a quantidade de N mineral do solo. Os autores empregaram esquema fatorial $5 \times 2 \times 4$, sendo cinco doses de subproduto (0, 10, 20, 30 e 40 t ha^{-1}), duas formas de aplicação (triturado e não triturado), avaliados após quatro tempos de reação com o solo (15, 30, 45 e 60 dias). O subproduto da indústria processadora de goiabas proporcionou aumento da concentração de N-NO_3^- e N-NH_4^+ no solo. Considerando as doses de material triturado utilizadas, a concentração de N no subproduto e a quantidade de N-mineral que foi determinada no solo, os autores verificaram que cerca de 28% do N total aplicado foi mineralizado em 60 dias.

Os trabalhos apresentados retratam as pesquisas que já foram realizadas com o subproduto da indústria processadora de goiabas, mostrando que ainda há a necessidade de mais estudos para se poder manejar adequadamente este material.

O subproduto da indústria processadora de caju vem sendo utilizado como adubo orgânico por alguns produtores no Ceará, embora sem qualquer critério técnico, o que evidencia a demanda real por informações sobre o assunto (REBOUÇAS et al., 2008). Assim, os autores avaliaram o efeito da aplicação de diferentes doses de bagaço de caju, sobre o crescimento das plantas, a produção e a qualidade dos frutos de pimentão. O experimento foi conduzido em campo com cinco doses de bagaço de caju (0, 15, 30, 45 e 60 t ha⁻¹ na base seca) e cinco repetições. A aplicação do subproduto da indústria processadora de caju proporcionou aumentos significativos na produtividade, na altura e no diâmetro do caule da planta, no peso, comprimento e diâmetro dos frutos de pimentão.

JERÔNIMO et al. (2002) avaliaram e caracterizaram os subprodutos das indústrias potiguares de beneficiamento de polpa de frutas. Entre as informações apresentadas está o rendimento das indústrias na extração de polpas, sendo: abacaxi – 62,5%; acerola – 62,5%; cajá – 65,0%; caju – 68,0%; goiaba – 77,5%; graviola – 35,0%; manga – 50%; mangaba – 67,5% e, maracujá – 30%. Um dos problemas de maior gravidade observado pelos autores, em quase todas as empresas, foi a grande quantidade de matéria orgânica “desperdiçada” ao longo do processo. A geração dos subprodutos inicia-se na etapa de seleção das frutas padronizadas, em que grande quantidade delas, com qualidade inadequada para o consumo, é descartada em virtude de não atender às especificações exigidas no processo, tanto no aspecto de maturação como de degradação. Desse modo, são transportadas para locais que as reaproveitam como ração animal (na maioria das empresas rurais) ou que as descartam para recolhimento pelo sistema de limpeza pública, sendo destinadas aos aterros ou lixões. Esse mesmo tratamento é observado para os subprodutos provenientes da etapa de retirada da casca dos frutos, o que contribui para aumentar a poluição ambiental. Os

últimos subprodutos orgânicos gerados pela extração de polpas são os bagaços, provenientes das etapas de despulpamento e refino. Assim como os demais subprodutos, a deposição dos bagaços influencia negativamente o ambiente.

O aproveitamento de subprodutos da agroindústria, como componente de substratos orgânicos, pode garantir a obtenção de um material alternativo, de baixo custo, de fácil disponibilidade, além de auxiliar na redução de seu acúmulo no ambiente. OLIVEIRA et al. (2008) avaliaram o efeito de diferentes substratos à base de bagaço de caju e pó de coco verde para a formação de mudas de tomate. O experimento constou de 5 tratamentos: BC (100%) = composto de bagaço de caju puro; BC+PC (1:1) = composto de bagaço de caju + pó de coco verde; BC+PC (1:2); RM+PC (1:1) = composto de restos de mercado + pó de coco verde; RM+PC (1:2). A semeadura do tomate Santa Clara foi realizada manualmente, em bandeja de poliestireno expandido (128 células). A porcentagem de germinação foi igual em todos os substratos. Os tratamentos contendo restos de mercado mais pó de coco verde foram os mais eficientes para a produção de mudas de tomate.

No Vale do Ribeira-SP, as indústrias de chá preto (obtido a partir de folhas jovens de *Camellia sinensis* L.), são geradoras de subprodutos que podem poluir o ambiente, mas que, por outro lado, são passíveis de serem reciclados. Uma possível utilização desses subprodutos é na composição de substratos agrícolas. Entretanto, antes de recomendar o seu uso, é preciso avaliar se os mesmos podem causar fitotoxidez às plantas (LIMA et al., 2007). Esses autores analisaram o efeito do subproduto da indústria de chá preto como substrato para a produção de mudas de alface, tomate e pepino, verificando que o material não decomposto apresentou efeito fitotóxico na germinação das olerícolas. Porém, com o processo de decomposição, o subproduto da indústria de chá preto se tornou viável à produção de mudas de hortaliças.

Avaliando o efeito do lodo da indústria de gelatina sobre a fertilidade do solo, a produção de matéria seca e o acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas de

Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia, cultivado em um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, ARAÚJO (2006) aplicou as seguintes doses do lodo: zero; 30; 60; 90 e 120 t ha⁻¹ (base úmida), antes da semeadura, após o primeiro e depois do segundo cortes. Verificou aumentos significativos no valor pH e nas concentrações de Na, P, Ca, Mg e N no solo. Na produção de matéria seca do capim, houve aumento no terceiro corte e na quantidade de elementos extraídos pelas plantas.

No estado do Pará, a mandioca representa o principal alimento produzido pela agricultura familiar, sendo matéria-prima de múltiplos usos. A farinha de mesa é o mais importante produto da mandioca, estimando-se que 4 milhões de toneladas de raízes são direcionadas para atender esse mercado. A agroindústria da mandioca, tanto de fabricação de farinha de mesa como de fécula (amido), geram subprodutos sólidos (casca marrom, estreca, descarte, crueira) e líquido (manipueira) que, quando dispostos indevidamente representam riscos de contaminação do ambiente. Entretanto, são subprodutos ricos em nutrientes, podendo ser utilizados como adubo orgânico, tanto para o cultivo da própria mandioca como para outras culturas. CRAVO et al. (2007) verificaram que a manipueira pode controlar ervas daninhas e pragas, como paquinhos, especialmente em canteiros de produção de hortaliças

Na mesma região do País também se concentram grandes agroindústrias do dendê. As usinas de beneficiamento do dendê, além de produzirem óleo, geram subprodutos sólidos (cachos vazios e fibras do mesocarpo) e líquidos (efluentes), em grande escala, que vão se acumulando e, pelas características do material, tornam-se constante ameaça de poluição do meio ambiente. Entretanto, várias pesquisas já comprovaram que esses materiais contêm macro e micronutrientes em sua composição e que, após o tratamento adequado, podem ser utilizados como adubos orgânicos para diversos cultivos da região (CRAVO et al., 2007).

Os subprodutos devem ser aplicados de forma racional, com muita precaução e para promover algum benefício real ao sistema solo-planta. Subprodutos com elevado

teor de nitrogênio podem ser aplicados visando substituir parcial ou totalmente a adubação nitrogenada mineral (CAMARGO & BERTON, 2006).

A aplicação de subprodutos no solo agrícola pode ser feita em cobertura ou incorporada. Subprodutos com potencial para correção da acidez do solo ou como fonte de N são mais eficientes quando incorporados na camada superficial, objetivando maior contato com as partículas, evitando a perda de N por volatilização e aumentando a reação. Deve-se dar preferência à forma líquida ou seca. Subprodutos na forma líquida podem ser aplicados por caminhões-tanque, por sulcos de infiltração ou por aspersão. Subprodutos na forma sólida ou semi-sólida (pastosa) podem ser aplicados com o auxílio de adubadoras ou esterqueiras (CAMARGO & BERTON, 2006).

A adubação orgânica é importante para melhorar a capacidade produtiva de muitos solos, tão grande e tão variada é o seu papel. A matéria orgânica decompõe-se nos solos tropicais ou subtropicais e em climas úmidos com grande rapidez. A redução excessiva do teor da matéria orgânica do solo prejudica-o física, química e biologicamente, resultando em diminuição na produção. Nesses casos, em obediência à lei do mínimo, a adubação orgânica torna-se necessária, pois, baixos teores de matéria orgânica limitam as safras. Alguns adubos orgânicos são empregados em doses elevadas, toneladas por hectare, e são pobres em elementos nutritivos como nitrogênio, fósforo e potássio. São importantes principalmente pela matéria orgânica que, incorporada ao solo, vai se decompor e formar húmus. Outros, mais ricos em nutrientes, comportam-se de modo mais semelhante aos adubos químicos ou minerais, sendo fonte de N, P, K e outros elementos (MALAVOLTA et al., 2002).

Os adubos orgânicos, entretanto, não têm importância apenas pelos nutrientes que contêm, mas também por seus efeitos benéficos no solo. A matéria orgânica funciona como fonte de energia para microorganismos úteis, melhorando a estrutura e o arejamento do solo, além da capacidade de armazenar água. Tem efeito regulador na temperatura do solo. Retarda a fixação do fósforo e, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC), ajuda a reter potássio, cálcio, magnésio e outros nutrientes em formas

disponíveis para as plantas, protegendo-os da lavagem ou lixiviação pela água das chuvas ou de irrigação. Alguns produtos de decomposição da matéria orgânica têm efeito hormonal ou estimulante para o desenvolvimento das raízes (MALAVOLTA et al., 2002).

A matéria orgânica é um componente chave para a manutenção da qualidade dos solos e, como consequência, para a sustentabilidade dos sistemas produtivos no médio e longo prazos (SILVA & MENDONÇA, 2007).

A matéria orgânica existe em várias formas no solo, desde subprodutos orgânicos recentemente adicionados (fração não húmica), cuja origem ainda pode ser visualmente reconhecida, até as frações húmicas que já sofreram grandes transformações pelos microorganismos. As características dessas frações, assim como seus efeitos sobre as propriedades do solo e sobre a disponibilidade de nutrientes, são bastante diferentes (ERNANI, 2008).

Os materiais orgânicos são constituídos principalmente por C, H, O, N e por quantidades normalmente pequenas de vários outros elementos minerais. Na fração húmica, a concentração de C varia de 40 a 50%, enquanto que a de N é de aproximadamente 5% da massa seca total. A composição química da fração orgânica em fases iniciais de decomposição é muito variável e depende da origem do material e do estágio de decomposição (ERNANI, 2008).

Com relação à aplicação de materiais orgânicos, a fração de mineralização de nitrogênio de subprodutos pode ser usada como um dos critérios para a definição de doses máximas a aplicar em determinada situação de solo, de clima e de cultura, quando não houver outros critérios mais restritivos ao uso do subproduto como, por exemplo, elevados teores de fósforo, de metais pesados, de patógenos, ou de outras substâncias. Esta avaliação pode ser feita em campo ou em laboratório, determinando-se periodicamente as quantidades de N mineral produzidas por uma mistura conhecida de subproduto e de solo, obtendo-se também a taxa de mineralização do nitrogênio orgânico. Trata-se de uma propriedade do subproduto que indica qual a quantidade de

nitrogênio orgânico que será transformada em nitrogênio mineral em determinado período de tempo, bem como a velocidade em que as etapas desse processo poderão ocorrer, ao se aplicar o material ao solo (BOEIRA, 2004).

2.3. Adubação nitrogenada

Muitos estudos envolvendo a utilização de subprodutos contemplam o nitrogênio como elemento base para a definição das doses, especialmente devido ao fato do N estar presente em teores razoáveis nesses materiais. Assim, compreender a dinâmica desse macronutriente no solo e na planta é de extrema importância para o adequado manejo dos subprodutos.

O nitrogênio faz parte dos aminoácidos, constituintes fundamentais das proteínas, que por sua importância já foram definidas como a base física da vida. Algumas proteínas têm papel enzimático, isto é, são responsáveis pelas mais variadas funções: desde a absorção dos elementos minerais pelas raízes ou pelas folhas, até a fotossíntese e a respiração. A clorofila, o pigmento que dá cor verde aos vegetais, além de algumas vitaminas, entre outros compostos, também contém N. Quando há falta de nitrogênio no solo o crescimento das plantas é afetado, as folhas ficam cloróticas (amareladas) e a produção é menor. Se houver excesso de N no solo, a planta vegeta excessivamente e, se for frutífera, produz menos frutos. Muitas folhas e poucas raízes levam as plantas a transpirem demasiadamente, ficando mais sujeitas ao estresse hídrico. Além disso, a cultura se torna mais suscetível ao ataque de pragas e moléstias (MALAVOLTA et al., 2002).

O nitrogênio é, normalmente, o elemento mineral requerido em maior quantidade pelas plantas, sendo o que mais limita o crescimento. Faz parte de proteínas, ácidos nucleicos e muitos outros importantes constituintes celulares, incluindo membranas e diversos hormônios vegetais. Sua deficiência resulta em clorose gradual das folhas

mais velhas e redução do crescimento da planta; inicialmente, em detrimento das reservas da parte aérea, a planta promove alongamento radicular, como uma tentativa de “buscar” o nutriente (SOUZA & FERNANDES, 2006).

As pesquisas com o N buscam o máximo de economia do elemento, via complexo sistema de absorção, assimilação e remobilização desse nutriente nos tecidos das plantas, de modo a evitar desperdícios. O desenvolvimento desses mecanismos, por meio de processos de seleção, indica progressiva adaptação dos vegetais às condições ambientais caracteristicamente deficientes em N (SOUZA & FERNANDES, 2006).

O NH_4^+ , oriundo da mineralização da matéria orgânica e de adubos nitrogenados, é também absorvido pelas plantas; entretanto, a forma de N predominantemente absorvida nas condições naturais ou proveniente de adubos orgânicos ou minerais é a nítrica (NO_3^-) (MALAVOLTA, 2006).

O NO_3^- absorvido pela planta pode ser reduzido a NH_4^+ , por meio da ação sequencial das enzimas nitrato redutase e nitrito redutase. O NO_3^- também pode ser acumulado no vacúolo ou exportado para outras partes da planta. O transporte para as folhas ocorre via xilema, embora a redistribuição a partir das folhas para outros órgãos ocorra predominantemente na forma de aminoácidos, via floema. Essa redistribuição é essencial para suprir os tecidos que não participam na assimilação de N (SOUZA & FERNANDES, 2006).

Os estudos relacionados à adubação nitrogenada têm sido tema de várias pesquisas desenvolvidas nos últimos anos, não somente nas chamadas culturas anuais, mas também em culturas perenes (BUZETTI et al., 2008).

A quantificação do teor de clorofila nas folhas implicou, sempre, na destruição do material. Há alguns anos, porém, foi desenvolvido um aparelho portátil (medidor de clorofila), que permite determinações instantâneas do valor correspondente ao teor desse pigmento na folha, sem destruí-la. Essa determinação tem sido usada para prever a necessidade de adubação nitrogenada em várias culturas, tendo em vista a

participação do N na molécula de clorofila. A relação é atribuída ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas integram enzimas que estão associadas aos cloroplastos (ARGENTA et al., 2001).

Uma das formas de avaliação do estado nutricional em N das culturas é através de métodos óticos. O clorofilômetro avalia dois pontos, um de alta absorbância, na região do vermelho, onde há um pico da absorbância pela clorofila e outro na região do infravermelho, onde ocorre a máxima transmitância. Este para tirar o efeito da espessura da folha e o seu grau de hidratação. Assim, pode-se estimar indiretamente o teor de clorofila. Esta avaliação pode ser melhor indicativo que o próprio teor de N, já que apresenta baixa sensibilidade ao consumo de luxo do elemento (BUZETTI et al., 2008).

Vale ressaltar que a mensuração indireta da clorofila é um ponto de extrema importância, podendo ser empregada para predizer a concentração das moléculas de clorofila, das quais o N participa na constituição. Com índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) é possível realizar correlação entre o teor de N nas plantas, determinado através da análise foliar, e a presença da clorofila, buscando expressar o estado nutricional das plantas em função dos tratamentos aplicados. Como já comentado anteriormente, são poucas as pesquisas empregando o subproduto da indústria processadora de goiabas como fonte de nutrientes e, a leitura SPAD para avaliar o estado nutricional em N das plantas, pode trazer informações valiosas, principalmente em relação às culturas perenes.

Segundo BUZETTI et al. (2008), a medida indireta da clorofila é uma técnica promissora para fornecer subsídios às recomendações de adubos nitrogenados às culturas. Tem como vantagens fornecer leituras rápidas e de baixo custo, além de se correlacionar com a produtividade, muitas vezes de forma mais significativa que o próprio teor de nitrogênio nas folhas.

A análise de nitrogênio em plantas pode indicar absorção maior que as necessidades (absorção de luxo), devido ao teor representar o valor total do elemento;

já com a determinação da clorofila isto não ocorre, visto que a clorofila na planta atinge valores máximos, podendo indicar o ponto a partir do qual não há consumo de luxo de N. Desse modo, a determinação efetuada pelo clorofilômetro pode ser considerada melhor indicadora do nível de N na planta do que o seu teor (BLACKMER et al., 1994). Resultados de pesquisas demonstram que a determinação da clorofila é praticamente insensível ao consumo de luxo (SCHEPERS et al., 1992, citado por BLACKMER et al., 1994).

A complexidade das reações do N no solo dificulta o diagnóstico da disponibilidade desse elemento para as plantas com base na análise do solo, ao contrário do que ocorre, com sucesso, para as determinações de acidez e de outros nutrientes, incluindo os micronutrientes (CANTARELLA, 2007).

Uma vez que a matéria orgânica do solo é o principal reservatório de nitrogênio para os vegetais, há muito tempo os cientistas se defrontam com o desafio de desenvolver um método de análise que ajude a prever quanto de N o solo poderá liberar durante o ciclo de uma cultura. Dezenas de métodos foram desenvolvidos ao longo de muitas décadas de pesquisa. Esses métodos envolvem determinações de N inorgânico (NH_4^+ e, principalmente NO_3^-), por serem estas as formas prontamente absorvidas pelas plantas, ou extrações de frações do N orgânico do solo por diversos procedimentos químicos ou biológicos (incubação em condições aeróbias ou anaeróbias que resultam na produção de N inorgânico por mineralização do N orgânico) (CANTARELLA, 2007).

Os métodos relativos à determinação das formas inorgânicas têm seu emprego restrito em regiões ou períodos de alta pluviosidade, devido à mobilidade do NO_3^- no perfil. As concentrações de N inorgânico podem alterar-se rapidamente com as chuvas, comprometendo a utilidade do método para prever a disponibilidade de nitrogênio para as culturas (CANTARELLA, 2007).

Sob o ponto de vista da nutrição nitrogenada das plantas, não importa qual a fonte escolhida para adubação (orgânica ou química), desde que seja usada

adequadamente e seja capaz de disponibilizar N às plantas em formas minerais. Durante a mineralização de subprodutos orgânicos no solo, um dos produtos é o amônio (NH_4^+), que pode ser retido pelo solo, absorvido pelas plantas ou convertido em nitrato (NO_3^-). O nitrato, por sua vez, pode ser absorvido pelas plantas, lixiviado para fora da zona de absorção das raízes ou ser convertido a nitrogênio gasoso (N_2) e perdido para a atmosfera (BOEIRA, 2004).

Na literatura são encontrados poucos estudos que retratem a influência da adubação nitrogenada e/ou orgânica em pomar de goiabeiras. O experimento de NATALE (1993), realizado em condições de campo, durante três anos, conduzido em dois tipos de solo, empregando doses de adubo N mineral, traz algumas informações. O autor cita que a adubação nitrogenada promove aumentos na produção de frutos das goiabeiras, estando a dose mais econômica de N muito próxima da dose de máxima eficiência física, devido à alta respostas da planta ao elemento.

Em estudo sobre fontes de adubos orgânicos (esterco bovino, cama de aviário e composto orgânico) aplicados em função do teor de N nos materiais, FREITAS et al. (2008) constataram que as adubações orgânicas, além de proporcionarem boas produções em pomares de goiabeiras 'Paluma', promoveram melhorias significativas nas características físico-químicas do solo.

Existem várias pesquisas com subprodutos relatadas na literatura. Porém, trabalhos empregando os subprodutos das agroindústrias do processamento de frutas, ou mesmo da goiaba, são escassos. Assim, há necessidade de experimentação de campo, manejando esses subprodutos de forma criteriosa, a fim de obter informações sobre sua potencialidade na reciclagem de nutrientes e, mesmo como melhorador de outras características dos solos dos pomares. Desta maneira, o presente estudo ganha importância, pois, os resultados obtidos poderão ser aplicados imediatamente nas áreas de produção de goiaba. Além disso, as informações da pesquisa poderão ser facilmente extrapoladas para outras regiões do País, visto que a cultivar estudada (Paluma) é a mais plantada em todo o território nacional.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido em um pomar comercial de goiabeiras adultas, com oito anos de idade, cultivar Paluma (a mais plantada em todo Brasil atualmente), propagadas vegetativamente. O pomar era irrigado por microaspersores tipo bailarina (31 litros por hora), monitorada por tensiometria na camada de 0-0,20 m (60% da capacidade de campo), sendo a água proveniente de poço semi-artesiano. O espaçamento das goiabeiras é de 7 m entrelinhas e 5 m entre árvores, padrão para a cultivar. A área experimental está localizada na maior região produtora de goiabas do estado de São Paulo, município de Vista Alegre do Alto, com coordenadas geográficas 21° 08' Sul, 48° 30' Oeste e altitude de 603 m.

É oportuno salientar que as plantas destinadas ao experimento constituem parte de um talhão comercial de goiabeiras da *Indústria de Polpas e Conservas Val Ltda.*, recebendo o mesmo padrão de controle fitossanitário para pragas, doenças e plantas invasoras adotado no restante do pomar. Acrescente-se, ainda, que as técnicas de poda e condução das plantas do experimento são realizadas no mesmo momento, pelos mesmos funcionários e seguem a mesma metodologia adotada nos demais talhões comerciais de goiabeira. Essas técnicas estão descritas em MURAKAMI (2003), porém, adaptadas às condições edafoclimáticas da região, bem como à época fisiológica das frutíferas do pomar. Isto tem por objetivo que os resultados obtidos com a presente pesquisa possam ser aplicados às condições locais de cultivo da goiabeira na região.

Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa subtropical com inverno curto, moderado e seco, verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas.

Antes da implantação do experimento coletaram-se na área do pomar, 20 subamostras de terra, para compor a amostra composta, tanto na projeção da copa das goiabeiras como na entrelinha da cultura, a fim de avaliar a fertilidade do solo. A terra foi analisada quimicamente (RAIJ et al., 2001), nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade (linha e entrelinha do pomar). Além dessa, coletou-se uma amostra representativa das camadas de 0-0,20; 0,20-0,40; 0,40-0,60; 0,60-0,80 e 0,80-1,00 m de profundidade para a classificação pedológica do solo. Os resultados das análises químicas para fins de fertilidade encontram-se na Tabela 1 e os dados da classificação pedológica na Tabela 2.

De acordo com as indicações de NATALE et al. (1996), as condições de saturação por bases e fertilidade do solo estão adequadas para a cultura da goiaba, conforme indica a Tabela 1, não necessitando de correção da acidez e apresentando concentrações de nutrientes dentro das classes de fertilidade do solo indicadas como adequadas para o estado de São Paulo (RAIJ et al., 1997).

Tabela 1. Propriedades químicas do solo da área experimental

Amostra	Camada	pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P (resina) -- mg dm ⁻³	S-SO ₄ ⁻² --	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	Al	V
----- mmol _c dm ⁻³ -----													
----- % -----													
Projeção copa	0,00-0,20	5,3	11	8	1	2,7	18	6	16	26,7	42,7	0,0	63
Projeção copa	0,20-0,40	5,3	8	6	1	2,0	25	19	18	46,0	64,0	0,0	72
Entrelinha	0,00-0,20	5,5	11	12	1	3,5	23	6	15	32,5	47,5	0,0	68
Entrelinha	0,20-0,40	5,4	8	5	1	2,5	17	7	20	26,5	46,5	0,0	57
Camada													
m													
----- mg dm ⁻³ -----													
Projeção copa	0,00-0,20		0,23	14,7		19,0			26,6				0,7
Projeção copa	0,20-0,40		0,16	5,5		13,0			18,9				0,4
Entrelinha	0,00-0,20		0,16	18,2		15,0			22,4				0,8
Entrelinha	0,20-0,40		0,16	5,2		2,0			17,5				0,4

Tabela 2. Propriedades químicas e granulométricas da área experimental, na entrelinha das goiabeiras, para fins de classificação pedológica do solo

Camada	pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P (resina) mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	(H+Al) mmol _c dm ⁻³	SB	T	AI	V
m											%
0,00-0,20	5,5	11	12	3,5	23	6	15	32,5	47,5	0,0	68
0,20-0,40	5,4	8	5	2,5	17	7	20	26,5	46,5	0,0	57
0,40-0,60	4,9	9	3	4,1	18	14	34	36,1	70,1	2,0	51
0,60-0,80	4,2	8	2	2,8	10	5	52	17,8	69,8	11,0	26
0,80-1,00	4,3	7	2	2,2	11	5	47	18,2	65,2	13,0	28

Análise granulométrica										
Camada	Argila	Silte	MF	F	M	G	MG	Total		
m										
										g kg ⁻¹
0,00-0,20	170	50	130	450	190	10	0	780		
0,20-0,40	260	60	100	390	180	10	0	680		
0,40-0,60	320	70	130	340	140	0	0	610		
0,60-0,80	350	70	100	330	150	0	0	580		
0,80-1,00	340	80	110	320	140	10	0	580		

MF = Muito fina, F = Fina, M = Média, G = Grossa, MG = Muito Grossa

O solo do pomar foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo epieutrófico, endodistrófico, textura arenosa/média, correspondendo ao Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, segundo a EMBRAPA (1999).

3.2. Caracterização do subproduto do processamento industrial das goiabas

O subproduto gerado pela indústria processadora de goiabas utilizado no presente estudo é um subproduto constituído basicamente de sementes, junto com alguma fração de pele e polpa não separadas no processo físico de despulpamento realizado na industrialização que ocorre após a lavagem dos frutos com água clorada.

O material foi obtido na *Indústria de Polpas e Conservas Val Ltda.*, localizada no município de Vista Alegre do Alto-SP, rodovia Vista Alegre do Alto – Ariranha, km 4. Ainda na indústria, em pátio aberto, o subproduto foi exposto ao sol para secar e, em seguida, moído, tendo as seguintes características granulométricas: retido 0,044% na peneira ABNT nº 10; 25,51% na peneira ABNT nº 20; 61,25% na peneira ABNT nº 50 e 13,20% retido no coletor. Em seguida, o subproduto foi transportado até o local de instalação do experimento no campo.

Realizou-se no subproduto, também, a determinação da umidade gravimétrica (secagem a 65-70°C em estufa de circulação forçada de ar). O material apresentou teor de água de 6,45% para sementes moídas (destinadas à instalação do experimento, ou seja, aquelas secas no pátio da indústria), as quais também foram submetidas às determinações químicas (Tabela 3), conforme metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983). O carbono orgânico total foi determinado segundo ABREU et al. (2006). O pH do subproduto foi obtido por medida direta na amostra, em CaCl₂, segundo ABREU et al. (2006) e RAIJ et al. (2001), cujo valor foi de 4,7. Segundo a legislação vigente (BRASIL, 2009), que regulamenta as especificações de compostos e biofertilizantes, o subproduto atenderia as seguintes exigências como matéria prima para classificação

como fertilizante orgânico simples, classe “A”, cujas características são: a produção utiliza matéria-prima de origem vegetal ou de processamento da agroindústria, não empregando no processo metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

A Tabela 3 apresenta os teores de nutrientes no subproduto, bem como em sementes de goiaba, para simples comparação.

Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes (base seca) no subproduto empregado no experimento e, em sementes de goiaba

Amostra	N	C	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					C/N
			P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Subproduto	11,6	290	2,1	2,3	0,8	0,9	1,3	10	10	150	12	28	25
Sementes de fruto	15,8	-	2,3	2,9	0,8	1,0	1,3	5	9	99	9	24	-

As determinações analíticas no subproduto foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Solos e Adubos da FCAV/Unesp - campus Jaboticabal.

3.3. Instalação e duração do experimento

O experimento foi instalado em 31-03-2006. A primeira aplicação do subproduto foi realizada em março de 2006 (início do experimento); a segunda, terceira, quarta e quinta aplicações foram realizadas no início de cada ano, respectivamente, em 2007, 2008, 2009 e 2010.

3.4. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições, sendo cinco deles representados pelas doses do subproduto (moído): zero, 9, 18 (dose padrão), 27 e 36 t ha⁻¹ (peso seco). As doses de subproduto moído aplicadas à cultura foram estabelecidas em função dos teores de nitrogênio no subproduto, tendo em vista ser o N o elemento mais caro em termos de custo de produção de fertilizantes e, considerando-se os relativamente altos teores desse macronutriente presentes no material. Uma dose de 18 t ha⁻¹ de subproduto não moído foi aplicado para efeito de comparação, constituindo outro tratamento. Além destes, um tratamento adicional, aplicando adubo mineral, baseado nas indicações de NATALE et al. (1996), completaram as 28 parcelas do experimento.

Para o tratamento referente à recomendação mineral, utilizaram-se como fontes os seguintes fertilizantes: uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, sendo as doses de fósforo e potássio baseadas na análise de solo do ano anterior e numa produtividade de goiabas de 60 t ha⁻¹. A adubação mineral foi parcelada em quatro vezes: a primeira no mês de dezembro de cada ano (N – 25%, P₂O₅ – 100% e K₂O – 25%) e, as demais aplicações nos meses de janeiro (N – 25% e K₂O – 25%), fevereiro (N – 25% e K₂O – 25%) e março (N – 25% e K₂O – 25%). A quantidade aplicada de adubo nitrogenado por hectare foi de 230 kg de N ou 511 kg de uréia (45% de N), que corresponde a 800 g por planta (NATALE et al., 1996).

A interpretação da análise química do solo (Tabela 1) seguiu as indicações de NATALE et al. (1996), baseada nas exigências nutricionais da cultura, na idade das plantas e na produtividade esperada do pomar, bem como nos teores de nitrogênio no subproduto, a fim de estabelecer as doses para a aplicação do subproduto.

As parcelas experimentais constituíram-se de cinco plantas, correspondendo a uma área total de 175 m² e a uma área útil de 105 m², sendo as três goiabeiras centrais

consideradas úteis para as avaliações e, as duas árvores das extremidades bordaduras.

A aplicação do subproduto foi realizada manualmente, sem incorporação ao solo, sendo a dose equivalente de cada tratamento por parcela, dividida em aplicações individuais para cada planta, no espaçamento das mesmas, buscando minimizar os eventuais erros de distribuição, visto as grandes quantidades de material empregadas.

3.5. Procedimentos de avaliação dos efeitos dos tratamentos

3.5.1. Atributos químicos do solo

Foram analisadas as características químicas do solo nas profundidades de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m (na projeção da copa). A amostragem foi com trado tipo holandês realizada em quatro pontos por planta, nas três plantas úteis de cada parcela, para formar uma amostra composta. Após coletado, o solo foi seco ao ar e passado em peneira de 2 mm de abertura de malha, sendo caracterizado quimicamente para fins de fertilidade segundo RAIJ et al. (2001). A amostragem de solo foi efetuada sempre antecedendo a aplicação do subproduto do ano seguinte, realizada normalmente no mês de janeiro. No ano de 2009, simultaneamente à amostragem de solo na camada de 0,00-0,20 m, foi também coletada uma amostra composta de cada parcela para a realização da análise de N-inorgânico (N-NH_4^+ e N-NO_3^-), via úmida, segundo procedimento adaptado de CANTARELLA & TRIVELIN (2001), que consiste na destilação de extratos de solo em $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$, em microdestilador Kjeldahl e subsequente titulação do destilado. O teor de água do solo foi determinada e os resultados foram corrigidos para solo seco. As análises foram realizadas no Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, campus Jaboticabal.

3.5.2. Estado nutricional

A diagnose foliar foi realizada através da amostragem de folhas (3º par de folhas recém-maduras) no auge da floração, sendo coletados 12 pares de folhas por parcela (quatro pares em cada planta da parcela útil, sendo um par em cada quadrante da árvore), na altura mediana das goiabeiras, seguindo as indicações de NATALE et al. (1996). O material vegetal foi lavado em água destilada, seco em estufa com circulação de ar à temperatura de 65 a 70°C, até peso constante e moído para as determinações químicas dos teores de macro e micronutrientes no tecido vegetal, de acordo com a metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983). As determinações foram realizadas no Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, campus Jaboticabal.

Tendo em vista ser o nitrogênio o nutriente em maior proporção no subproduto, e sendo um elemento bastante caro no custo de produção dos pomares, sua avaliação é fundamental para garantir teores adequados na frutífera. Assim, além das avaliações anteriormente citadas, fez-se também a leitura SPAD, empregando-se o clorofilômetro. Para tanto, foram amostradas as folhas do terceiro par (recém-maduras), no auge da floração, a mesma coletada para análise química (diagnose foliar). A leitura foi realizada no meio do limbo, evitando-se a nervura principal, sendo feita uma leitura por folha, coletando-se 12 valores por parcela (quatro folhas amostradas em cada planta da parcela útil, nos quadrantes da goiabeira).

Adicionalmente, a partir de 2009, também foram realizadas análises da clorofila *a*, *b* e *total*, nas mesmas folhas coletadas para a diagnose do estado nutricional e para a leitura SPAD. A clorofila total foi avaliada pelo método de ARNON (1949), modificado por LINDER (1974). Para tanto, foi macerado 1 g de massa fresca foliar, evitando-se a nervura principal, juntamente com acetona 80% (v/v). Para a composição de 1 g foram utilizadas as mesmas amostras de folhas coletadas para a diagnose foliar. O material foi filtrado a vácuo e depois completado para 100 mL de acetona. Com o extrato obtido

foram realizadas leituras espectrofotométricas nos seguintes comprimentos de onda: 663, 652 e 645 nm. A leitura realizada no comprimento de onda de 663 nm corresponde ao pico de maior absorção de luz de clorofila *a* e, no comprimento de onda de 645 nm, corresponde ao pico de absorção de luz para clorofila *b*; a leitura em 652 nm foi realizada para conferir o conteúdo de clorofila total. Analisou-se, ainda, a relação clorofila *a/b*. As determinações do fracionamento da clorofila foram realizadas no Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, campus Jaboticabal.

3.5.3. Produção de frutos

Para a avaliação da produção, coletaram-se e pesaram-se todos os frutos das três plantas úteis de cada parcela, durante o período de frutificação das goiabeiras, no estágio adequado para a industrialização. O qual corresponde ao estágio fenológico de amadurecimento de frutos (K:89) segundo Salazar et al. (2006).

3.5.4. Qualidade dos frutos

Para as análises de pós-colheita (pH, acidez e sólidos solúveis), foram coletados cinco frutos por parcela útil. A acidez titulável foi determinada utilizando-se a metodologia descrita pela AOAC (1992), sendo expressa em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa. Para sólidos solúveis a determinação foi realizada segundo TRESSLER & JOSLYN (1961), através de refratômetro digital modelo PR 101, sendo os resultados expressos em °Brix. O pH foi determinado utilizando-se um peagâmetro modelo Tec-3MP, de acordo com o método da AOAC (1992). As determinações de pH, acidez e sólidos solúveis foram realizadas na *Indústria de Polpas e Conservas Val Ltda.*

3.5.5. Exportação de nutrientes pelos frutos

A partir de 2009, também foram realizadas análises do teor de nutrientes nos frutos, segundo a metodologia de BATAGLIA et al. (1983). De posse dos teores dos nutrientes, foi realizado o cálculo de exportação de elementos pelas goiabas, considerando-se a massa seca igual a 11% da massa fresca. Vale destacar que os teores presentes nos frutos na base seca, g kg^{-1} e mg kg^{-1} para macro e micronutrientes, respectivamente, foram transformados em matéria fresca, conseqüentemente para gramas e miligramas por tonelada de fruto, que representam os dados de forma mais real com o que é exportado do pomar com a colheita, afinal, leva-se em consideração nos cálculos o teor de água; assim, considerando-se a produção de frutos no período, os dados (em gramas e miligramas por tonelada) foram multiplicados pela produção, dentro de cada tratamento, caracterizando a exportação dos nutrientes em quilos ou gramas por hectare. Os resultados foram apresentados em base seca e base fresca.

As determinações dos teores de nutrientes nos frutos foram realizadas no Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, campus Jaboticabal.

No apêndice é apresentado fluxograma com as atividades desenvolvidas no experimento.

3.6. Análise dos dados

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativos para doses, aplicou-se a regressão polinomial. Para os dois tratamentos adicionais foi realizado contraste ortogonal (PIMENTEL-GOMES, 1990), sendo os

dados agrupados da seguinte maneira: um grupo formado por todas as doses do subproduto (as cinco doses das sementes moídas mais a dose adicional das sementes não moídas), versus a recomendação mineral. Outro grupo formado pela dose da semente inteira, versus as sementes moídas (as cinco doses). Realizou-se, ainda, a correlação de Pearson para as variáveis relativas ao nitrogênio, elemento base para a definição das doses do subproduto na pesquisa. O esquema de análise de variância, bem como os graus de liberdade, estão descritos a seguir:

Causas de Variação	GL
Doses de Semente Moída (SM)	
Regressão Linear	1
Regressão Quadrática	1
Regressão Cúbica	1
Desvios da regressão	1
(Doses de SM)	(4)
Recomendação Mineral vs (SF + SM)	1
Semente Fresca (SF) vs Semente Moída (SM)	1
Tratamentos	(6)
Blocos	3
Subproduto	18
Total	27

Tendo por objetivo a comparação, foi realizado o cálculo do erro padrão da média para os dados dos tratamentos de recomendação mineral e semente fresca, na variável produção de frutos, para inferência de qual dose do subproduto moído teria o mesmo efeito que os dois tratamentos adicionais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Atributos químicos do solo

4.1.1. Análise de solo referente a dezembro de 2006

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise de rotina, da camada de 0,00-0,20 m, referente à amostragem realizada em dezembro de 2006. Vale lembrar que a amostragem de solo é realizada sempre antecedendo a aplicação do subproduto do ano seguinte (janeiro). Desse modo, a coleta das amostras de solo é sempre programada para o mês de dezembro. Considerando a análise química do subproduto presente na Tabela 3, na dose padrão (18 t ha^{-1}) o aporte de nutrientes seria aproximadamente de 209, 38, 41, 14, 16, 23 (kg ha^{-1}), 180, 180, 2.700, 216 e 504 (g ha^{-1}), respectivamente para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Tabela 4. Resumo da análise de variância da análise de rotina da camada de 0,00-0,20 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2006

Doses	pH (CaCl ₂)	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
t ha ⁻¹		g dm ⁻³	(resina)			mmol _c dm ⁻³				%
0	5,1	14	8	2,7	16	6	20	25,9	46,7	55
9	5,2	14	12	2,2	17	7	19	27,9	46,9	59
18	4,9	12	7	1,8	14	6	18	21,8	40,3	54
27	4,9	11	11	1,9	12	5	20	19,7	39,7	49
36	5,0	13	11	2,1	16	7	18	25,3	43,8	57
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	5,0	13	10	2,1	15	6	19,0	24,1	43,5	55
Semente Fresca (SF)	5,0	14	10	2,5	18	7	20,5	27,7	48,2	59
Recomendação Mineral (RM)	4,9	12	10	2,7	12	5	21,0	20,0	41,0	55
Contraste										
RM vs (SF+SM)	4,26 ^{ns}	3,29 ^{ns}	0,01 ^{ns}	6,46*	7,42*	3,20 ^{ns}	0,94 ^{ns}	5,97*	2,81 ^{ns}	0,03 ^{ns}
SF vs SM	0,04 ^{ns}	2,35 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,50 ^{ns}	4,36 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,57 ^{ns}	3,15 ^{ns}	5,34*	1,01 ^{ns}
CV (%)	3,4	8,9	41,3	15,0	16,9	22	14,1	15,1	8,4	16,0

^{ns} e * - Não significativo e significativo a 5%, respectivamente.

De acordo com a análise de contraste (Tabela 4), verifica-se que a recomendação mineral proporcionou maior concentração de potássio, cálcio e, conseqüentemente da soma de bases, em relação à adubação com o subproduto (sementes moídas e não moídas). Uma possível explicação é que há demanda de tempo para que os efeitos do subproduto se façam presentes, devido à necessidade de mineralização. Por outro lado, os adubos minerais (superfosfato simples e cloreto de potássio) já se encontram na forma prontamente disponível às plantas.

Para a capacidade de troca catiônica observa-se que a semente fresca (ou inteira) apresentou maior valor de CTC, em relação às doses de sementes moídas (Tabela 4).

Na análise referente ao estudo de regressão, constata-se que não houve resultados significativos. MANTOVANI et al. (2004), trabalhando com este mesmo tipo de subproduto, porém não moído e em condições de casa de vegetação, concluíram que o subproduto do processamento de goiabas é uma fonte de liberação lenta de nutrientes, mesmo em ambiente controlado. Os dados aqui apresentados, resultantes da aplicação do subproduto há menos de um ano, confirmam que, também em condições de campo, os efeitos benéficos de tal material demandam tempo para se fazerem presentes. Na análise de micronutrientes mais enxofre, apresentada na Tabela 5, verifica-se que não houve resultados significativos, tanto para o contraste quanto para a análise de regressão.

Tabela 5. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,00-0,20 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2006

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO₄²⁻
t ha⁻¹	----- mg dm⁻³ -----					
0	0,24	8,9	17	17	0,4	2
9	0,23	10,6	17	18	0,5	2
18	0,25	10,6	18	18	0,4	3
27	0,24	8,1	17	18	0,4	2
36	0,24	10,2	16	18	0,4	2
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	0,24	9,7	17	18	0,4	2
Semente Fresca (SF)	0,24	11,5	18	19	0,5	4
Recomendação Mineral (RM)	0,25	8,8	19	19	0,5	3
Contrate	----- Valor F -----					
RM vs (SF+SM)	0,71 ^{ns}	0,88 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,16 ^{ns}
SF vs SM	0,37 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,75 ^{ns}
CV (%)	9,7	26,5	15,9	17,1	22,4	54,4

^{ns} - Não significativo.

Em comparação com as faixas de interpretação de fertilidade do solo para o estado de São Paulo, preconizadas por RAIJ et al. (1997), verifica-se que, de maneira geral, para fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, cobre, ferro, manganês, zinco e enxofre, as concentrações se encontram com as seguintes classificações: baixo, médio, alto, médio, médio, alto, alto, alto, médio e baixo, respectivamente.

Com relação aos dados referentes à camada de 0,20-0,40 m, na análise de rotina, não houve resultados significativos (Tabela 6), o que é justificável devido à aplicação do subproduto na superfície do pomar, sem incorporação. A exemplo do que ocorreu na camada superior do solo do pomar, os efeitos do subproduto aplicado necessitam de tempo para se fazerem presentes (MANTOVANI et al., 2004).

Na Tabela 7 são apresentados os dados referentes à micronutrientes na camada subsuperficial, os quais foram não significativos, tanto para a análise de contraste, como de regressão. Entretanto, para o enxofre, apresentado na mesma tabela, constata-se na análise de contraste que a recomendação mineral promoveu maiores concentrações de S, em relação à aplicação do subproduto (moído e não moído). Considerando que na adubação mineral empregada utilizou-se o superfosfato simples, o qual contém sulfato de cálcio (gesso), que tem boa mobilidade no perfil do solo (FERNANDES, 2010) esta seria a explicação para a maior concentração de enxofre na camada subsuperficial.

Tabela 7. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,20-0,40 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2006

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
t ha ⁻¹	mg dm ⁻³					
0	0,19	2	12	16	0,2	6
9	0,19	4	13	16	0,2	4
18	0,18	2	11	14	0,4	5
27	0,17	2	11	13	0,2	7
36	0,17	3	11	15	0,2	7
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	0,18	3	12	15	0,2	6
Semente Fresca (SF)	0,18	4	12	14	0,3	6
Recomendação Mineral (RM)	0,17	3	11	16	0,2	11
Contraste	Valor F					
RM vs (SF+SM)	1,48 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,61 ^{ns}	9,86 ^{**}
SF vs SM	0,92 ^{ns}	1,98 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}
CV (%)	12,6	34,4	13,8	18,4	27,6	41,9

^{ns} e ^{**} - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente.

Observa-se que, para ambas as camadas, tanto os resultados da análise de rotina como de micronutrientes mais enxofre, foram não significativos (para a regressão). Os dados aqui apresentados, resultantes da aplicação do subproduto há

menos de um ano, confirmam que, também em condições de campo, os efeitos benéficos de tal material demandam tempo para alterarem as propriedades do solo.

4.1.2. Análise de solo referente a dezembro de 2007

Antecedendo a aplicação do subproduto, em janeiro de 2008, foi realizada a amostragem de solo em dezembro de 2007. As determinações da análise de rotina, referentes à camada superficial (0,00-0,20 m), estão apresentadas na Tabela 8.

Observa-se que na análise de contraste para a matéria orgânica e o fósforo houve resultado significativo entre a recomendação mineral versus a adubação com sementes, sendo que para ambos os atributos do solo a adubação orgânica proporcionou maiores concentrações. Tal resultado para matéria orgânica era de se esperar, haja vista a grande quantidade de material empregado quando da aplicação do subproduto.

O contraste entre as sementes não moídas versus moídas apresentou resultados positivos para matéria orgânica, cálcio, magnésio, soma de bases e capacidade de troca catiônica. Para todas as variáveis avaliadas as concentrações referentes à semente inteira (ou não moída) são superiores em relação às sementes moídas. CORRÊA et al. (2005), trabalhando com doses do subproduto da indústria processadora de goiabas não moído, verificaram aumento da concentração de matéria orgânica do solo.

Para a análise de regressão, constatam-se resultados significativos para P, Ca e acidez potencial e, para todos os parâmetros, o melhor modelo de resposta foi o linear.

O estudo de regressão, apresentado na Figura 1, mostra aumento da concentração de P em função da elevação das doses do subproduto da indústria de processamento de goiabas. MANTOVANI et al. (2004) também obtiveram aumentos nas concentrações de P e K no solo, trabalhando com o mesmo tipo de subproduto em

condições de casa de vegetação. Dentre os vários nutrientes que as plantas necessitam para o seu desenvolvimento, o fósforo ocupa lugar de destaque, devido à sua carência na maioria dos solos brasileiros (LOPES et al., 2004). Desse modo, o P é um dos benefícios da aplicação do subproduto em pomares de goiabeiras.

Tabela 8. Resumo da análise de variância da análise de rotina da camada de 0,00-0,20 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2007

Doses	pH (CaCl ₂)	M.O.	P (resina)	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
t ha ⁻¹		g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%
0	5,3	13	15	1,9	27	16	15,0	44,9	59,9	75
9	5,4	13	20	1,4	25	16	17,0	42,4	54,4	78
18	5,2	13	20	1,6	21	14	19,0	40,6	57,6	70
27	5,2	13	22	1,8	21	15	19,0	38,8	56,8	68
36	5,3	15	33	1,9	21	15	21,0	37,9	58,9	64
Efeito	ns	ns	L*	ns	L*	ns	L**	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	5,3	13	22	1,7	23	15	18,2	40,9	57,5	71
Semente Fresca (SF)	5,4	15	23	2,2	29	20	17,8	51,0	68,7	74
Recomendação Mineral (RM)	5,2	13	14	2,2	23	13	19,0	38,4	57,4	67
Contraste										
RM vs (SF+SM)	0,30 ^{ns}	6,48*	6,38*	2,42 ^{ns}	0,54 ^{ns}	2,51 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,11 ^{ns}
SF vs SM	0,82 ^{ns}	6,07*	0,01 ^{ns}	3,83 ^{ns}	9,5**	7,91*	0,09 ^{ns}	9,91**	12,81**	3,69 ^{ns}
CV (%)	5,3	7,3	30,2	25,6	14,9	19,0	11,6	15,6	9,2	7,5

^{ns}, * e ** - Não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. L - linear

Observam-se, também, diminuição na concentração de Ca e aumento do H + Al com o incremento das doses de subproduto (Figuras 2 e 3, respectivamente). CORRÊA et al. (2005), trabalhando com o mesmo tipo de subproduto, porém, em condições de laboratório, constataram redução no valor pH do solo em função do aumento das doses do material empregado. TORRES (2008), estudando a incubação do subproduto da indústria processadora de goiabas em um Argissolo, verificou incremento nas concentrações de M.O., K, Mg e (H+Al), bem como aumento nos valores de SB e CTC, após 180 dias de incubação.

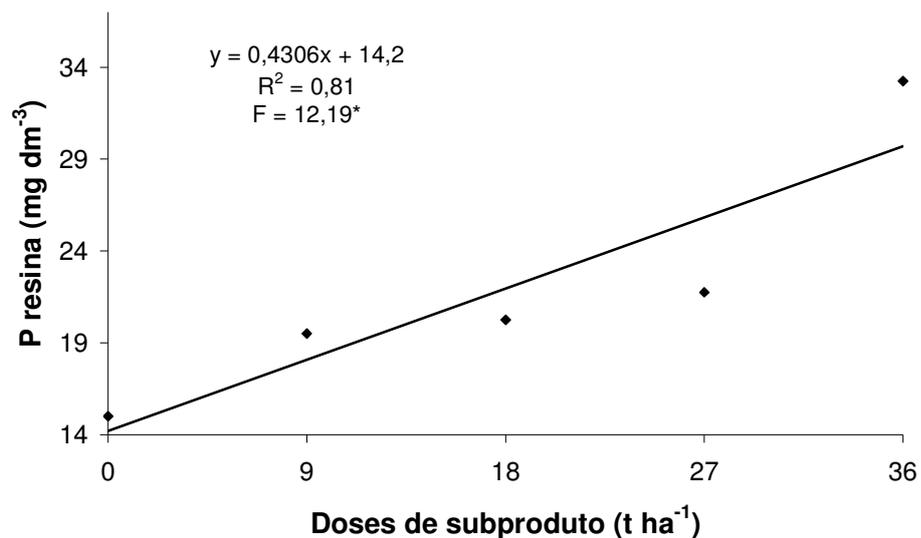


Figura 1. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de P (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2007. * - Significativo a 5%.

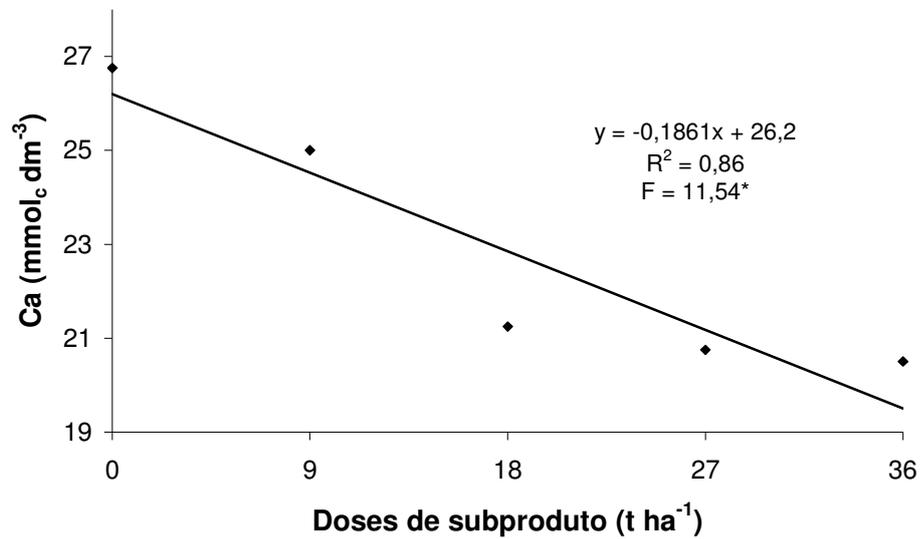


Figura 2. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de Ca (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2007. * - Significativo a 5%.

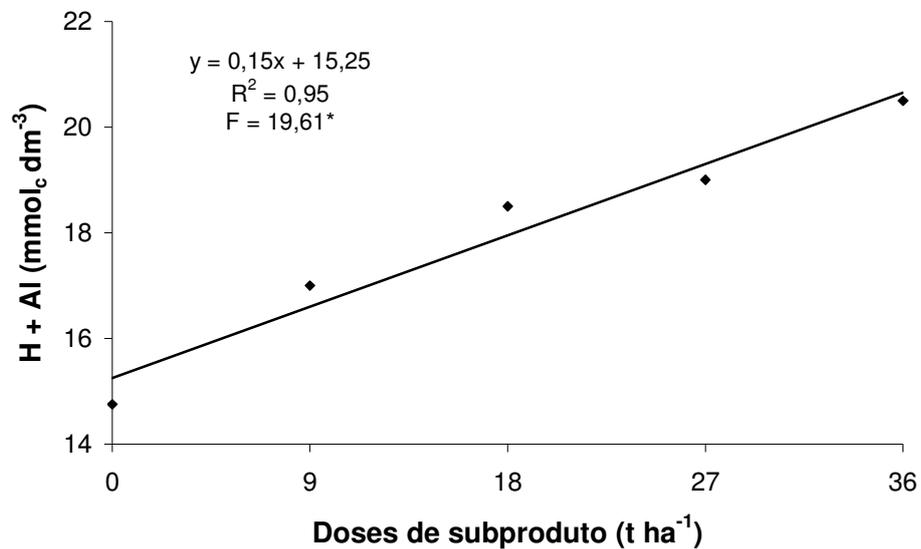


Figura 3. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de H+Al (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2007. * - Significativo a 5%.

O resumo da análise de variância para os micronutrientes mais enxofre, na camada superficial, tanto para o contraste quanto para a regressão estão presentes na Tabela 9. Para a análise de contrastes, verifica-se resultado significativo apenas para o enxofre, sendo que na comparação entre a recomendação mineral e a adubação orgânica com as sementes, a utilização dos fertilizantes químicos proporcionou maior concentração de S no solo. Novamente, o resultado pode ser justificado pela aplicação de adubos minerais que contêm enxofre em sua composição, no caso, o superfosfato simples, promovendo maior concentração do nutriente no solo.

Tabela 9. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,00-0,20 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2007

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
t ha ⁻¹	----- mg dm ⁻³ -----					
0	0,13	9,0	12	11	0,6	2
9	0,15	10,0	15	16	0,6	2
18	0,15	12,0	15	16	0,6	2
27	0,16	11,0	16	17	0,5	3
36	0,20	14,0	18	22	0,6	2
Efeito	L**	ns	ns	L*	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	0,16	11,0	15	16	0,6	2
Semente Fresca (SF)	0,16	13,0	16	19	0,6	2
Recomendação Mineral (RM)	0,17	8,0	16	19	0,5	4
Contraste	----- Valor F -----					
RM vs (SF+SM)	0,67 ^{ns}	2,88 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,85 ^{ns}	2,17 ^{ns}	13,82 ^{**}
SF vs SM	0,12 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,26 ^{ns}
CV (%)	16,7	29,6	21,3	21,3	20,8	30,8

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

O B e o Mn apresentaram resultados significativos e positivos na camada superficial, verificando-se aumentos nas concentrações destes nutrientes à medida que se elevaram as doses de subproduto (Figuras 4 e 5, respectivamente). A partir do aumento da concentração Mn no solo com o incremento das doses do subproduto está associado a uma possível acidificação do solo. Apesar de na presente análise não ter sido constatada diminuição do pH, houve aumento da acidez potencial. Torres (2008), trabalhando com o mesmo tipo de subproduto, também constatou incremento nas concentrações de boro no solo com a elevação das doses do subproduto, em avaliação realizada após 180 dias de incubação. A resposta das culturas à micronutrientes, em geral, manifesta-se com o aumento de produção e/ou com a melhoria da qualidade do produto colhido (GUPTA, 2001), o que pode justificar o uso de materiais orgânicos que fornecem esses nutrientes na agricultura. Dentre os micronutrientes que interagem com a matéria orgânica formando compostos, o poder de formação de complexos diminui de acordo com a seguinte ordem: Cu>Zn>Mn, ou seja, o Cu é o que mais interage com os

compostos orgânicos do solo, formando complexos estáveis, especialmente com grupos carboxílicos e fenólicos (ABREU et al., 2007).

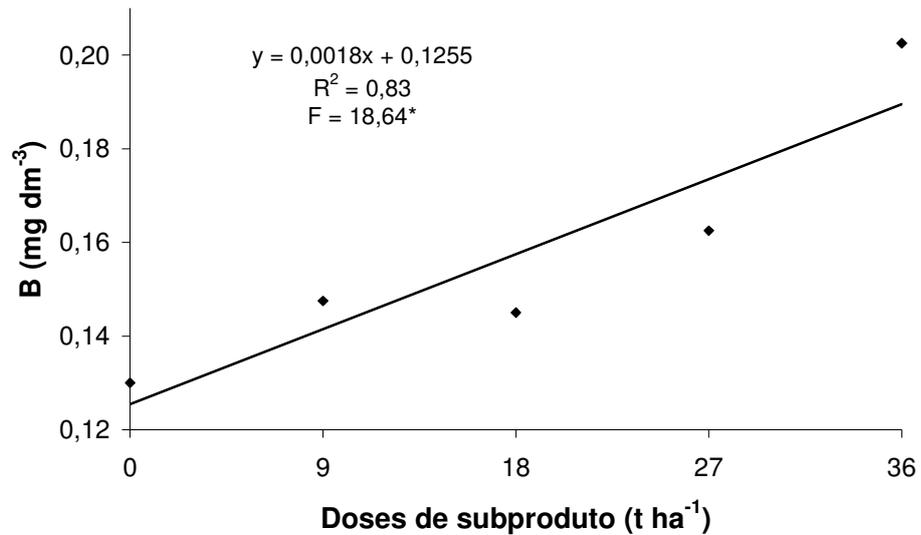


Figura 4. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de B (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2007. * - Significativo a 5%.

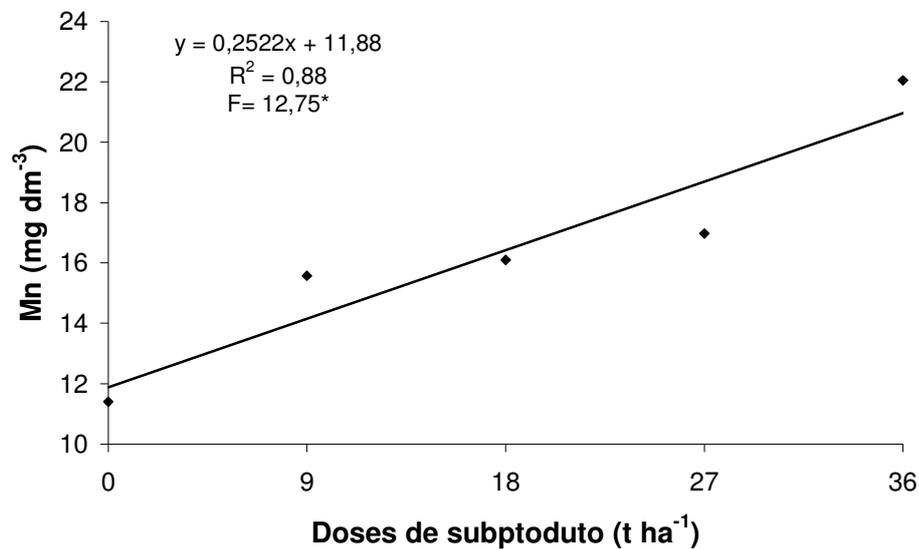


Figura 5. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de Mn (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2007. * - Significativo a 5%.

Comparando-se com dados de referência, informados por RAIJ et al. (1997) para o estado de São Paulo, verifica-se para o fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, cobre, ferro, manganês, zinco e enxofre, que as concentrações estiveram, de maneira geral, nas seguintes faixas: médio, médio, alto, alto, baixo, alto, alto, alto, médio e baixo, respectivamente. Vale salientar que a concentração de fósforo, classificada como baixa passou para média e, a concentração de boro, classificada como média passou a ser baixa, em relação à análise de solo anterior. A melhoria na concentração de fósforo pode ser atribuída à mineralização do subproduto; adicionalmente, a matéria orgânica bloqueia os sítios de adsorção em óxidos de Fe e Al do solo, diminuindo a capacidade de adsorção do $H_2PO_4^-$ (NOVAIS & SMYTH, 1999). Em relação ao boro, pode ser uma possível interação do nutriente com a matéria orgânica. Em relação aos dados referentes à camada subsuperficial (0,20-0,40 m), no caso da matéria orgânica observa-

se que para contrastes houve resultado significativo apenas entre a recomendação mineral versus a adubação orgânica, em que a adubação mineral proporcionou maior concentração em relação à aplicação do subproduto (Tabela 10). A análise de regressão para as doses de subproduto revelou que não houve resultados significativos.

Tabela 10. Resumo da análise de variância da análise de rotina da camada de 0,20-0,40 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2007

Doses	pH (CaCl ₂)	M.O.	P (resina)	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
t ha ⁻¹		g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%
0	5,1	9	8	2,6	23	10	17,0	35,6	52,6	67
9	5,2	10	12	2,9	37	15	18,0	54,9	72,9	75
18	4,9	11	7	3,3	39	19	18,0	61,3	79,3	77
27	4,9	10	11	2,4	21	10	18,0	33,4	51,4	65
36	5,0	10	11	2,5	24	9	18,0	33,5	51,5	65
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	5,0	10	10	2,7	29	13	17,8	43,7	61,5	70
Semente Fresca (SF)	5,2	9	5	2,4	21	10	17,8	32,9	50,6	65
Recomendação Mineral (RM)	5,2	11	10	2,5	24	11	17,5	36,8	54,3	68
Contraste										
RM vs (SF+SM)	0,29 ^{ns}	4,59*	4,06 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,04 ^{ns}
SF vs SM	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,02 ^{ns}
CV (%)	3,0	11,3	48,4	28,1	45,6	57,3	10,4	46,5	31,2	10,4

^{ns} e * - Não significativo e significativo a 5%, respectivamente.

O resumo da análise de variância para os micronutrientes mais enxofre, analisados na camada subsuperficial, é apresentado na Tabela 11. Para contrastes pode-se verificar que houve resultado positivo apenas para o zinco, na comparação entre a adubação mineral e a adubação orgânica, sendo que a recomendação mineral proporcionou maior concentração deste micronutriente.

Tabela 11. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,20-0,40 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2007

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
t ha ⁻¹	----- mg dm ⁻³ -----					
0	0,14	3,5	10	13,0	0,2	2
9	0,14	2,2	8	14,2	0,2	2
18	0,18	2,5	9	13,8	0,2	2
27	0,13	2,2	9	14,3	0,2	3
36	0,15	2,5	9	15,0	0,2	2
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	0,15	2,6	9	14,1	0,2	2
Semente Fresca (SF)	0,15	2,5	10	14,0	0,2	2
Recomendação Mineral (RM)	0,16	3,1	10	15,4	0,3	2
Contraste	----- Valor F -----					
RM vs (SF+SM)	0,23 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,83 ^{ns}	0,51 ^{ns}	5,61*	0,12 ^{ns}
SF vs SM	0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,16 ^{ns}
CV (%)	19,3	44,5	18,6	24,4	32,1	46,5

^{ns} e * - Não significativo e significativo a 5%, respectivamente.

4.1.3. Análise de solo referente a dezembro de 2008

Na Tabela 12 está apresentado o resumo da análise de variância para o contraste e a regressão, na camada superficial, da análise de rotina realizada em dezembro de 2008.

Verifica-se para a comparação entre recomendação mineral versus sementes (moídas e não moída) que houve resultados significativos para as variáveis fósforo e

potássio. Com relação ao P, a adubação orgânica apresentou maior concentração no solo em comparação à adubação mineral. Resultado oposto foi observado para o potássio. Em revisão sobre a influência da aplicação de adubos orgânicos ao solo, MANTOVANI & YAGI (2010) citam que a utilização de subprodutos pode promover aumentos nas concentrações de P, devido a presença do nutriente no material aplicado. Vale frisar que, na amostragem de solo do ano anterior, também foi encontrado o mesmo comportamento para o P. Na comparação entre a semente fresca (ou não moída) versus a moída, houve resultados significativos para pH, Ca, Mg, soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases (Tabela 13). Para todas as variáveis a semente fresca apresentou maiores valores, ou seja, o pH foi maior, assim como as concentrações das variáveis determinadas, Ca e Mg, além das variáveis calculadas, soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases, sendo a primeira e a última reflexos das concentrações dos cátions básicos (Ca, Mg e K). Para as variáveis Ca, Mg, SB e CTC, os resultados foram semelhantes aos obtidos na amostragem de solo anterior (dezembro de 2007).

Para a análise de regressão, verifica-se que há resultado significativo apenas para P (Tabela 12), em que o melhor modelo de resposta à aplicação do subproduto foi o linear crescente (Figura 6).

Tabela 12. Resumo da análise de variância da análise de rotina da camada de 0,00-0,20 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2008

Doses	pH (CaCl ₂)	M.O.	P (resina)	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
t ha ⁻¹		g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%
0	5,3	12	9	1,5	26	15	21,0	42,7	62,7	67
9	5,4	14	15	1,9	25	15	20,0	41,9	61,9	67
18	5,3	13	21	1,5	23	15	22,0	39,5	61,5	64
27	5,2	13	33	2,0	24	17	25,0	42,0	67,0	63
36	5,0	15	35	1,7	22	13	27,0	36,7	63,7	57
Efeito	ns	ns	L**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	5,2	13	23	1,7	24	15	23,0	40,7	63,4	64
Semente Fresca (SF)	5,5	14	29	1,4	33	20	20,5	54,4	74,9	73
Recomendação Mineral (RM)	5,2	12	11	1,9	23	12	22,8	36,9	57,7	62
Contraste										
RM vs (SF+SM)	0,42 ^{ns}	3,85 ^{ns}	7,00**	6,62*	0,76 ^{ns}	3,83 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,56 ^{ns}	2,60 ^{ns}	0,56 ^{ns}
SF vs SM	4,61*	0,84 ^{ns}	1,82 ^{ns}	0,06 ^{ns}	11,92**	5,12*	1,43 ^{ns}	8,88**	10,48**	4,86*
CV (%)	4,2	12,7	40,7	28,6	18,9	25,2	16,8	20,2	9,9	11,8

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

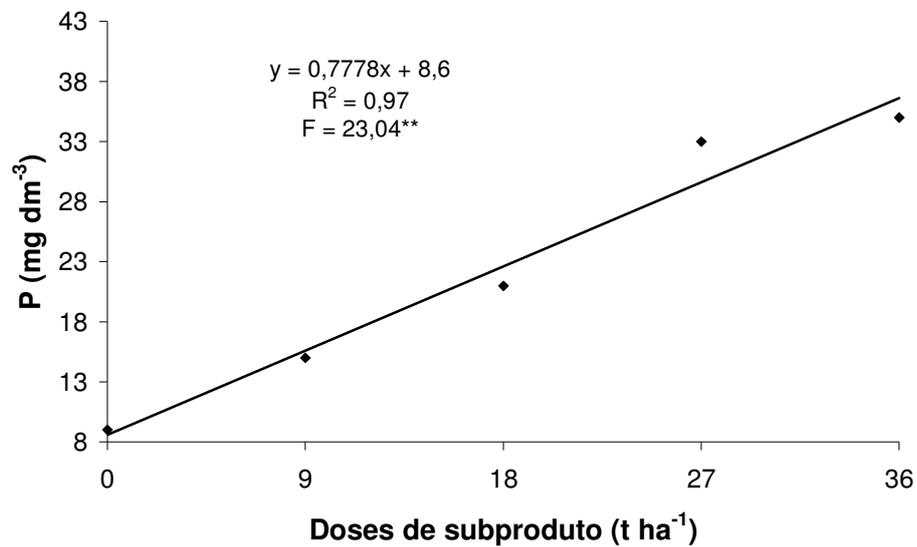


Figura 6. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de P (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2008. ** - Significativo a 1%.

Com relação à análise de micronutrientes mais enxofre, os dados do resumo da análise de variância para a camada superficial estão presentes na Tabela 13. Para os contrastes realizados, verifica-se resultado significativo apenas para o cobre, na comparação entre a recomendação mineral e as sementes, sendo que a adubação orgânica apresentou maior valor para o micronutriente. Para o enxofre, observa-se resultado positivo para o contraste referente à comparação entre sementes moídas e não moídas, em que as sementes não trituradas proporcionaram maior concentração de S no solo. Já para a análise de regressão, houve resultado significativo para B, Cu, Fe e Mn (Tabela 13), sendo que o melhor modelo de resposta para todos os nutrientes foi o linear crescente (Figuras 7, 8, 9 e 10, respectivamente).

Tabela 13. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,00-0,20 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2008

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO₄²⁻
t ha⁻¹	----- mg dm⁻³ -----					
0	0,17	11,3	11	25,9	0,8	1
9	0,18	11,0	12	28,7	1,0	2
18	0,20	13,5	14	32,2	0,8	1
27	0,21	14,1	16	33,6	1,0	1
36	0,23	17,7	22	42,7	1,0	1
Efeito	L**	L**	L**	L*	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	0,20	13,5	15	32,6	0,9	1
Semente Fresca (SF)	0,19	14,7	14	40,1	1,0	2
Recomendação Mineral (RM)	0,20	9,4	14	28,0	0,8	1
Contraste	----- Valor F -----					
RM vs (SF+SM)	0,04 ^{ns}	5,60*	0,39 ^{ns}	2,55 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,01 ^{ns}
SF vs SM	0,25 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,33 ^{ns}	3,94 ^{ns}	0,32 ^{ns}	5,4*
CV (%)	10,9	26,0	22,6	20,7	36,0	37,7

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

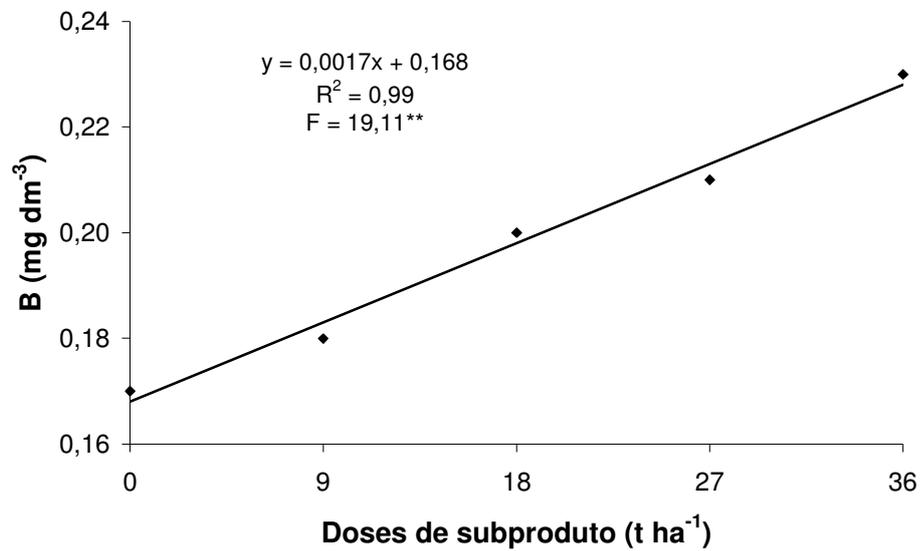


Figura 7. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de B (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2008. ** - Significativo a 1%.

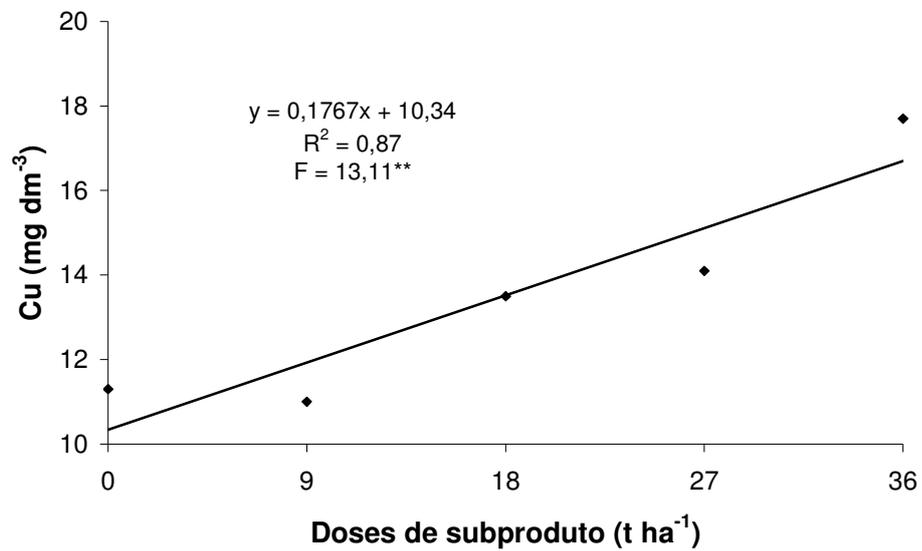


Figura 8. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de Cu (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2008. ** - Significativo a 1%.

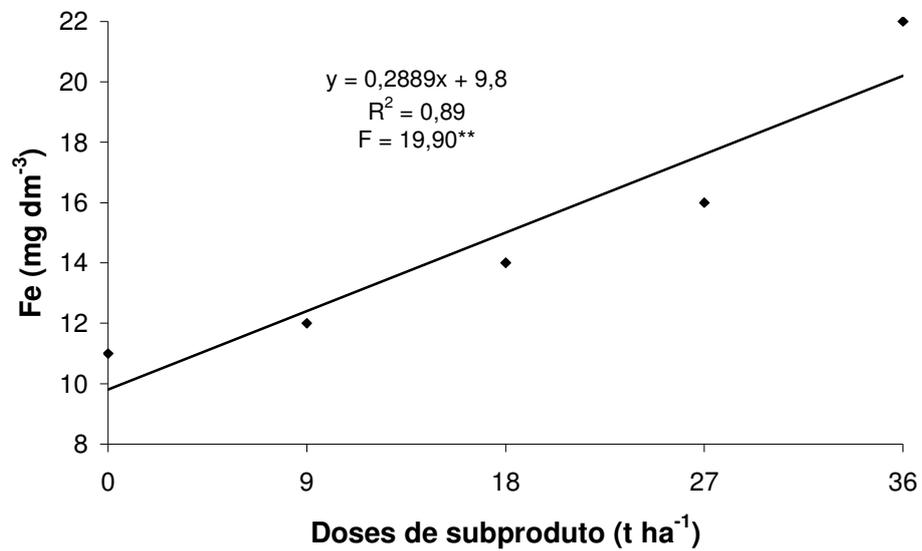


Figura 9. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de Fe (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2008. ** - Significativo a 1%.

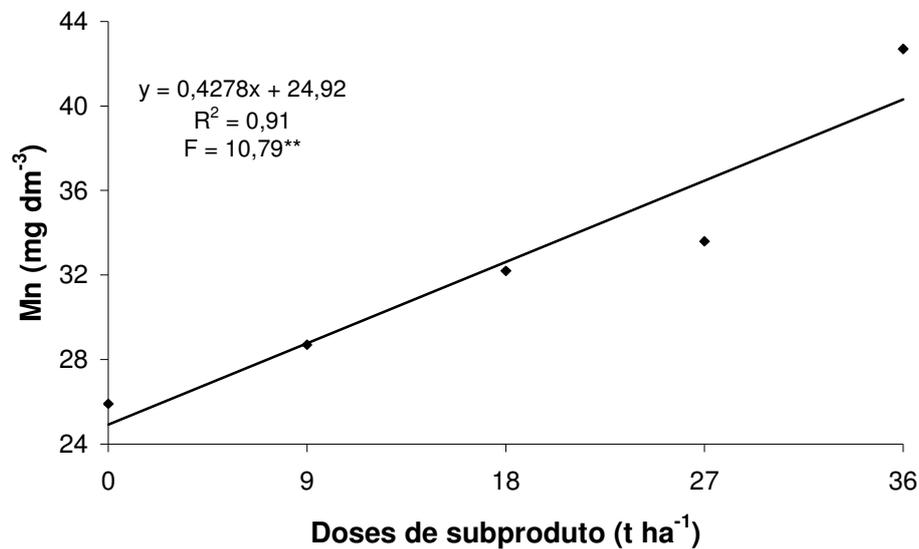


Figura 10. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de Mn (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2008. ** - Significativo a 1%.

Dentre os micronutrientes, o cobre é o elemento adsorvido com maior seletividade pelos compostos orgânicos, o que justifica sua baixa disponibilidade, observada com frequência em solos com teores muito altos de matéria orgânica (ERNANI, 2008).

Similarmente à análise de solo realizada na mesma camada no ano anterior, foram encontrados resultados positivos para fósforo, boro e manganês, podendo-se inferir que o subproduto é fonte desses nutrientes. A aplicação do subproduto em doses crescentes (sementes moídas), não influenciou a matéria orgânica, porém, verifica-se que a mesma está mineralizando, pois a M.O. é fonte de vários elementos, sendo que o fósforo e o boro apresentaram incremento linear por dois anos consecutivos.

Em comparação com as faixas preconizadas por RAIJ et al. (1997), para as concentrações de nutrientes em função dos valores médios dos tratamentos no solo,

verifica-se para fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, cobre, ferro, manganês, zinco e enxofre, que os valores estão com as seguintes classificações: médio, médio, alto, alto, baixo, alto, alto, alto, médio e baixo, respectivamente. Em relação à análise anterior, não houve alteração quanto às faixas de interpretação das concentrações dos nutrientes.

Com relação à análise de variância para a análise de rotina na camada subsuperficial (0,20-0,40 m), os resultados são apresentados na Tabela 14. Observa-se que não houve resultados significativos, tanto para o contraste, quanto para a análise de regressão. No entanto, os dados apresentados na Tabela 13 indicam que está havendo mineralização do subproduto, mas, devido à aplicação superficial, ou seja, sem incorporação do subproduto, os nutrientes estão praticamente restritos à camada superficial.

Tabela 14. Resumo da análise de variância da análise de rotina da camada de 0,20-0,40 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2008

Doses	pH (CaCl ₂)	M.O. (resina)	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
t ha ⁻¹		g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%
0	5,1	10	8	1,8	21	9	24,0	31,6	55,6	56
9	5,1	10	10	1,8	22	9	23,0	33,1	56,1	57
18	5,3	10	12	1,7	26	10	22,0	37,2	59,2	63
27	5,2	10	12	1,8	23	10	24,0	33,6	57,6	58
36	5,1	9	6	1,5	20	7	25,0	28,5	53,5	53
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	5,2	10	10	1,7	22	9	23,6	32,7	56,4	57
Semente Fresca (SF)	5,1	9	5	1,4	21	8	24,3	30,4	54,7	55
Recomendação Mineral (RM)	5,1	10	9	1,4	21	9	25,8	31,4	57,2	55
Contraste										
RM vs (SF+SM)	0,49 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,28 ^{ns}	2,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,29 ^{ns}
SF vs SM	1,49 ^{ns}	3,63 ^{ns}	2,58 ^{ns}	1,55 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,42 ^{ns}
CV (%)	2,8	10,3	30,0	32,3	18,1	26,5	9,8	18,8	10,5	10,0

^{ns} - Não significativo.

Na Tabela 15 é apresentado o resumo da análise de variância para micronutrientes mais enxofre na camada subsuperficial (0,20-0,40 m). Para a avaliação de contrastes observa-se resultado significativo apenas para o boro, na comparação entre semente fresca versus moída, em que a maior concentração do nutriente foi determinada no tratamento que recebeu sementes moídas.

Tabela 15. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,20-0,40 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2008

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
t ha ⁻¹	----- mg dm ⁻³ -----					
0	0,15	6,4	12	38,3	0,5	3
9	0,14	5,5	11	31,7	0,3	3
18	0,14	6,9	10	33,8	0,3	2
27	0,14	6,3	11	32,4	0,3	3
36	0,13	4,3	10	32,4	0,1	2
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	0,14	5,9	11	33,7	0,3	3
Semente Fresca (SF)	0,12	4,2	9	30,6	0,3	2
Recomendação Mineral (RM)	0,14	5,0	9	31,5	0,3	3
Contraste	----- Valor F -----					
RM vs (SF+SM)	0,49 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,01 ^{ns}
SF vs SM	8,55 ^{**}	1,37 ^{ns}	1,77 ^{ns}	0,86 ^{ns}	2,18 ^{ns}	1,82 ^{ns}
CV (%)	9,6	48,2	22,6	18,4	31,1	46,6

^{ns} e ^{**} - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente.

4.1.4. Análise de solo referente a dezembro de 2009

Na quarta avaliação da fertilidade do solo, efetuada em dezembro de 2009, realizou-se, também, amostragem para análise de nitrogênio inorgânico. Os resultados são apresentados na Tabela 16, juntamente com a análise de rotina da camada superficial do solo.

Tabela 16. Resumo da análise de variância da análise de rotina e nitrogênio inorgânico da camada de 0,00-0,20 m na amostragem de solo realizada em dezembro de 2009

Doses	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	N mineralizado	pH (CaCl ₂)	M.O.	P (resina)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
t ha ⁻¹	mg kg ⁻¹				g dm ⁻³	Mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%
0	6,0	7,5	13,5	5,4	10	10	0,9	27	13	14	40,9	55,2	74
9	12,5	11,3	23,8	5,4	15	12	0,9	28	14	14	42,9	56,9	75
18	18,5	11,5	30,0	5,2	15	18	1,0	24	14	19	39,0	57,8	68
27	14,8	17,0	31,8	5,0	11	22	0,7	20	13	20	33,7	53,2	63
36	15,8	16,3	32,1	5,0	15	29	0,9	23	13	21	36,9	58,2	63
Efeito	Q*	L*	L*	ns	ns	L**	ns	ns	ns	L**	ns	ns	L**
Sementes Moídas (SM) – média	13,5	12,7	26,2	5,2	13	18	0,9	24	13	18	38,7	56,2	68
Sementes Frescas (SF)	9,3	10,0	19,5	5,4	16	25	1,0	32	19	16	52,0	68,0	76
Recomendação Mineral (RM)	12,3	12,8	24,8	5,2	10	22	1,2	23	11	17	35,2	52,2	67
Contraste	----- Valor F -----												
RM vs (SF+SM)	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,13 ^{ns}	7,61*	0,66 ^{ns}	4,06 ^{ns}	0,89 ^{ns}	3,16 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,56 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,50 ^{ns}
SF vs SM	2,66 ^{ns}	1,29 ^{ns}	2,43 ^{ns}	2,21 ^{ns}	4,23 ^{ns}	4,83*	0,32 ^{ns}	8,63**	10,25**	0,97 ^{ns}	10,03**	4,19 ^{ns}	12,12**
CV (%)	37,4	35,2	31,3	4,5	19,8	29,2	26,1	18,8	21,8	13,9	18,8	14,4	7,8

^{ns} , * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear. Q – quadrático.

Para a análise de contrastes, referente ao N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N mineralizado (NH₄⁺ + NO₃⁻), pH, K, acidez potencial (H+Al) e capacidade de troca de cátions (CTC), não houve resultados significativos; porém, para a matéria orgânica, o primeiro contraste foi significativo, em que a adubação orgânica proporcionou maior concentração de M.O. que a adubação mineral. Tal resultado já era esperado, em função das grandes quantidades de material orgânico aplicado à cada ano no pomar. Em relação ao segundo contraste, que compara a aplicação de sementes moídas versus sementes inteiras, estas últimas proporcionaram maiores valores para as seguintes variáveis: P, Ca, Mg, SB e V.

Para Ca, Mg, SB e V, o resultado obtido nesta amostragem de solo foi semelhante a avaliação do ano anterior (dezembro de 2008). As mesmas justificativas apresentadas no ano anterior para este fenômeno, podem ser empregadas aqui.

Em função das doses de subproduto aplicado, verifica-se que para o nitrogênio amoniacal o melhor modelo de resposta foi o quadrático (Figura 11), enquanto para o nitrogênio nítrico foi o modelo linear crescente (Figura 12). Com relação ao nitrogênio mineralizado, que é composto pelas duas frações (NH₄⁺ + NO₃⁻), a resposta também foi linear crescente (Figura 13).

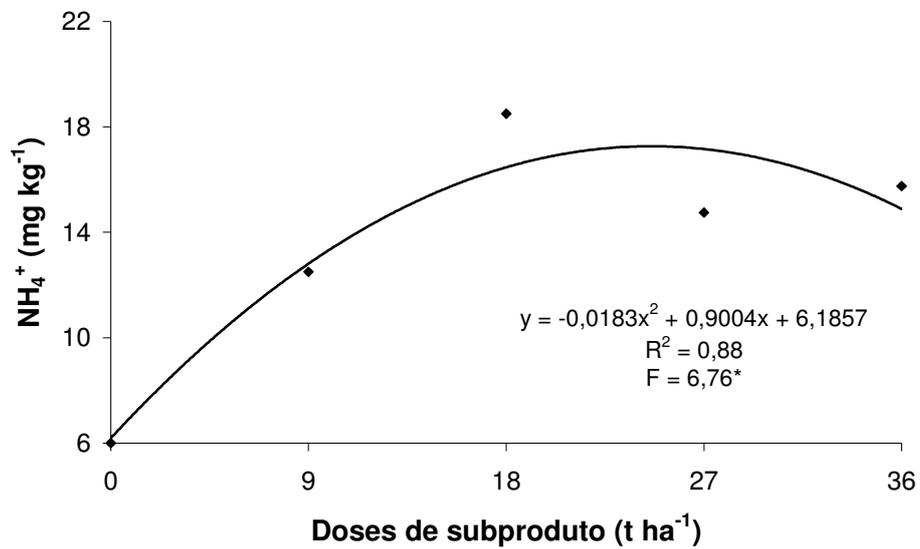


Figura 11. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de N-NH₄⁺ (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2009. * - Significativo a 5%.

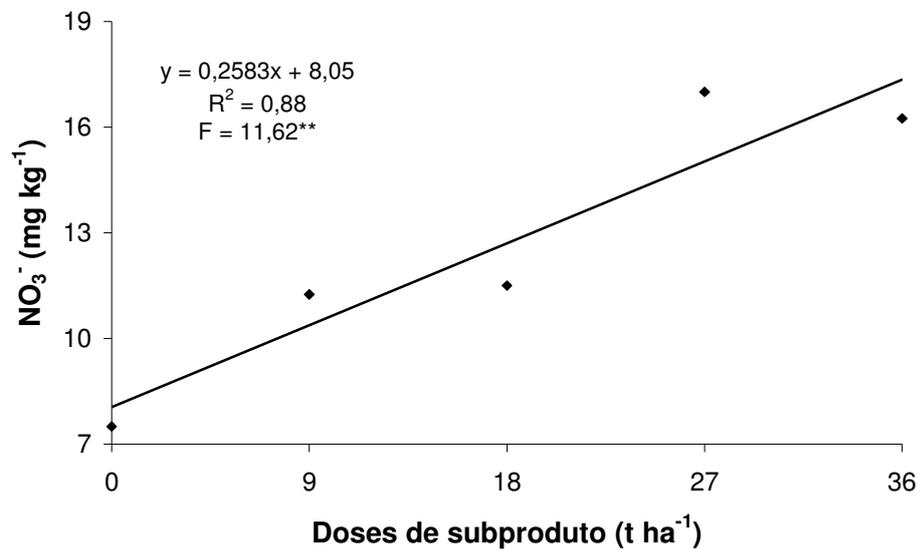


Figura 12. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de N-NO₃⁻ (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2009. ** - Significativo a 1%.

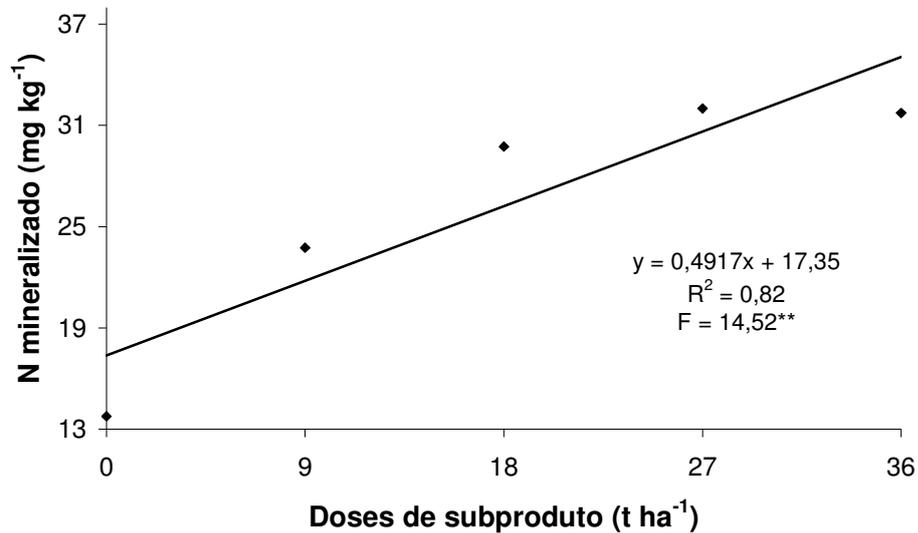


Figura 13. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de N mineralizado ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2009. ** - Significativo a 1%.

ROZANE et al. (2009b), em ensaio conduzido em ambiente controlado, também constataram aumentos do nitrogênio inorgânico ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) com a aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas (moído).

Além do nitrogênio inorgânico, o fósforo, a acidez potencial e a saturação por bases também apresentaram resultados significativos, em função da aplicação de quantidades crescentes do subproduto da indústria processadora de goiabas (Tabela 16).

Com relação ao fósforo, como já verificado nas duas últimas amostragens de solo, o melhor modelo de resposta foi o linear crescente (Figura 14). Portanto, o subproduto pode ser considerado fonte desse nutriente. É notória a grande carência deste elemento em solos tropicais, principalmente nos brasileiros; por isso, o subproduto da indústria processadora de goiabas se constitui numa importante opção

para a aplicação em solos com o objetivo de se aumentar as concentrações de P, principalmente nas áreas em que há o cultivo da goiaba, com o fim de industrialização.

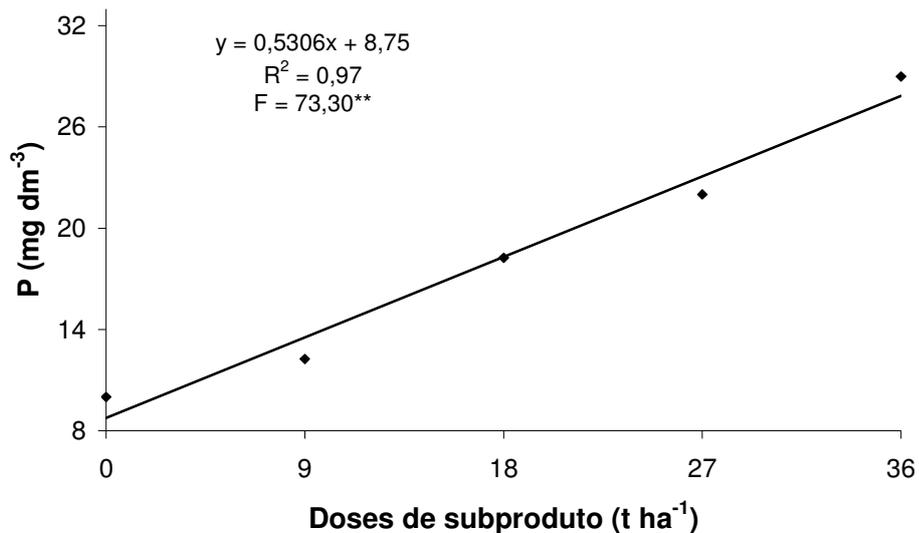


Figura 14. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de P (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2009. ** - Significativo a 1%.

A matéria orgânica do solo é fonte de vários elementos essenciais às plantas, principalmente de N, S, P e B, que são liberados quando ocorre decomposição da mesma pelos microorganismos (ERNANI, 2008). Portanto, vale ressaltar que, na presente análise de solo, dois elementos fundamentais para o ciclo das plantas (N e P) tiveram suas concentrações aumentadas em função da aplicação do subproduto da indústria processadora de goiabas.

Para a acidez potencial (H+Al), como verificado em dezembro de 2007, novamente o melhor modelo de resposta foi o linear crescente (Figura 15). TORRES (2008), em estudo com o subproduto da indústria processadora de goiabas, também

constatou aumento da acidez potencial em função da elevação das doses do subproduto. A mineralização da matéria orgânica libera para o meio íons H^+ (MALAVOLTA et al., 2002; ERNANI, 2008), diminuindo assim, o valor pH e aumentando a acidez potencial (H+Al).

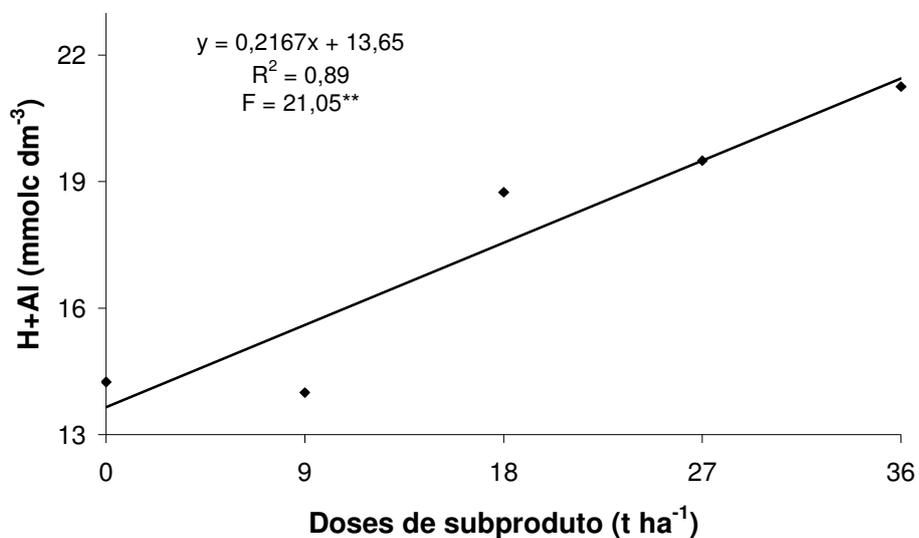


Figura 15. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de H+Al (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2009. ** - Significativo a 1%.

A saturação por bases também apresentou resultado significativo em função da aplicação do subproduto, sendo o melhor modelo de resposta o linear decrescente (Figura 16), ou seja, com o aumento das doses do subproduto houve diminuição dessa propriedade do solo. Há uma relação direta e inversa entre (H+Al) e V (%) (MALAVOLTA, 2006).

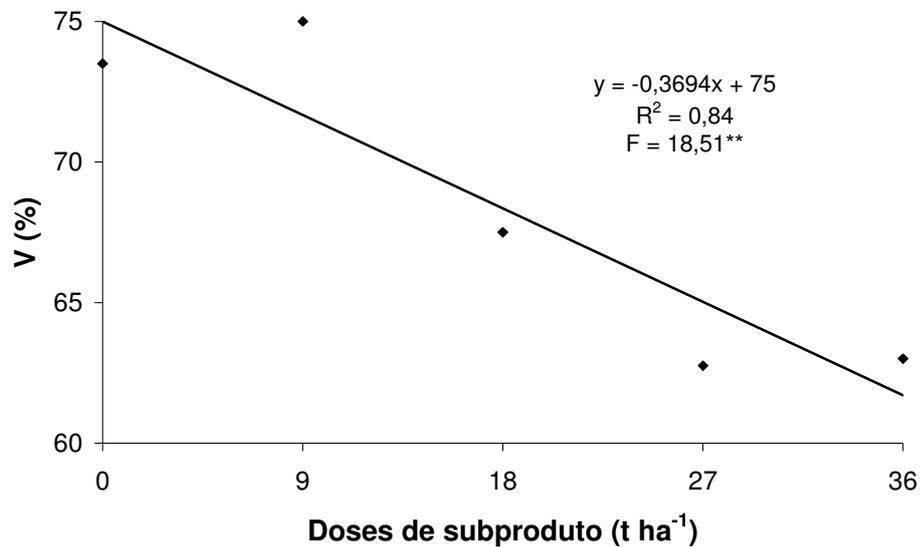


Figura 16. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a saturação por bases (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2009. ** - Significativo a 1%.

Tais respostas indicam a acidificação provocada pelo subproduto, apesar de demandar tempo para que os resultados pudessem ser constatados e, ainda, não ter sido detectada alteração da significância do valor pH em função das doses do material.

Para os resultados apresentados, deve ser levado em consideração que a pesquisa foi realizada em condições de campo, com uma frutífera perene, grande acumuladora de reservas (NATALE, 1993), e que, em seu manejo é adotada a poda, que implica na adição de grandes quantidades de material vegetal que permanece no solo do pomar, ou seja, a não retirada desta biomassa vegetal tende a auxiliar na adsorção de íons H⁺ (ERNANI, 2008). Logo, devido aos muitos fatores que interferem a dinâmica dos nutrientes, certos resultados encontrados em condições controladas demandam tempo para que ocorram em condições de campo, como os verificados por CORRÊA et al. (2005), MANTOVANI et al. (2004) e TORRES (2008). Em estudo de

incubação do subproduto da poda de goiabeiras, por um período de 240 dias, CESARIN et al. (2010) estimaram que a quantidade de material que fica no solo do pomar é de 12,7 t por ciclo, composto basicamente de folhas e galhos; relataram, ainda, que os restos vegetais da poda incrementaram o pH, a matéria orgânica, o potássio, o cálcio, o magnésio, o enxofre e o ferro no solo.

A fração não húmica da matéria orgânica (subproduto orgânico recentemente adicionado) tem efeito variável sobre a acidez do solo, podendo aumentar, diminuir ou não alterar o pH. Em solos ácidos, a adição de subprodutos, tanto de origem animal (esterços) como de origem vegetal, normalmente aumenta o pH, principalmente por que esses materiais adsorvem em íons H^+ do solo (ERNANI, 2008).

Subprodutos de origem industrial, por outro lado, têm composição muito variável e o efeito deles sobre o pH depende da relação entre substâncias ácidas e alcalinas neles presentes (ERNANI, 2008).

O resumo da análise de variância para os dados de micronutrientes mais enxofre, na camada superficial, está presente na Tabela 17. Para a análise de contrastes, apenas o zinco apresentou significância, sendo que a adubação orgânica proporcionou maior concentração do micronutriente, em relação à recomendação mineral. Com relação à análise de regressão, o ferro apresentou resultado significativo, cujo melhor modelo de resposta foi o linear crescente (Figura 17).

Tabela 17. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,00-0,20 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2009

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO₄²⁻
t ha⁻¹	mg dm⁻³					
0	0,17 ^{ns}	9,6 ^{ns}	12 [*]	18,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	4 ^{ns}
9	0,19	10,5	12	16,5	0,6	3
18	0,20	10,7	14	20,8	0,6	4
27	0,22	9,8	21	19,4	0,5	4
36	0,20	14,5	22	24,7	0,7	4
Efeito	ns	ns	L*	ns	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	0,20	11,0	16	19,9	0,6	4
Sementes Frescas (SF)	0,21	13,1	18	23,3	0,7	6
Recomendação Mineral (RM)	0,21	8,2	15	20,3	0,4	4
Contraste	Valor F					
RM vs (SF + SM)	0,15 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,01 ^{ns}	5,15 [*]	0,68 ^{ns}
SF vs SM	0,54 ^{ns}	2,72 ^{ns}	0,39 ^{ns}	2,69 ^{ns}	2,42 ^{ns}	9,53 ^{ns}
CV (%)	20,1	35,4	24,6	18,5	24,1	30,5

^{ns} e ^{*} - Não significativo e significativo a 5%, respectivamente. L – linear.

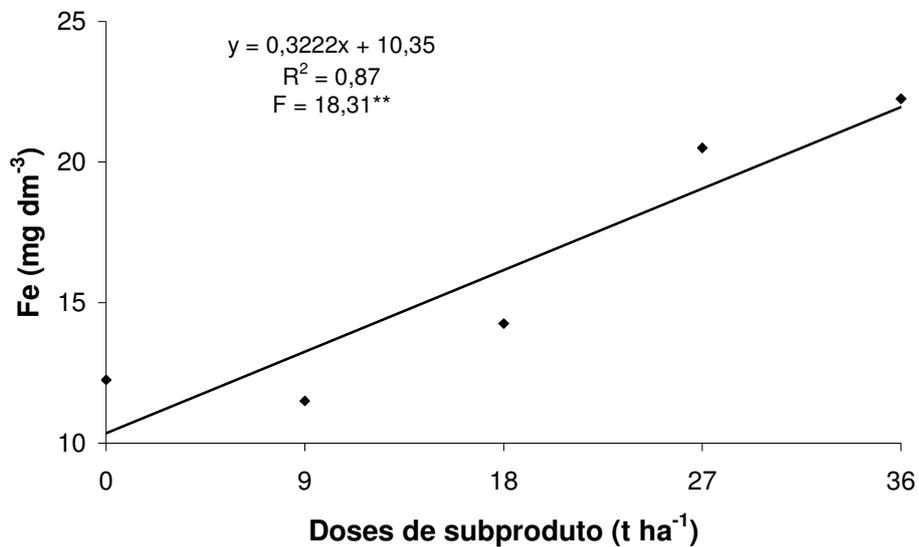


Figura 17. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de Zn (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2009. ** - Significativo a 1%.

Em comparação com os dados preconizados por RAIJ et al. (1997), como adequados para os solos do estado de São de Paulo, verifica-se que fósforo, potássio, cálcio e magnésio se encontram classificados como médio, baixo, alto e alto, respectivamente; para os micronutrientes: boro, cobre, ferro, manganês, zinco, e para o enxofre a faixa de classificação seria baixo, alto, alto, alto, médio e baixo, respectivamente, quando se avalia os tratamentos de maneira geral. A principal alteração que se pode notar em relação à análise anterior para a faixa de interpretação das concentrações dos nutrientes está no potássio, em que a classificação de concentração média passou para concentração baixa, ou seja, uma queda nos valores do nutriente. Uma das possíveis explicações para o ocorrido é que a amostragem de solo foi realizada em plena fase de produção, ou seja, bem próximo da época em que as plantas requereram o K em maiores quantidades para atender as demandas dos

frutos. Vale lembrar que o potássio é o elemento mais exportado pelas goiabeiras. Outro ponto importante é que o mês de amostragem foi um dos mais chuvosos (o segundo mais chuvoso do ano de 2009) e, o segundo com maior precipitação entre os anos de experimentação (apêndice). Assim, podem-se somar os efeitos da extração do nutriente pela planta e, da possível lixiviação do K com a percolação de água da chuva. As concentrações de potássio da camada subsuperficial (0,20-0,40 m), na análise anterior, também se encontravam na faixa de classificação baixa. Na presente análise, na mesma camada (Tabela 18), o nutriente também seria classificado como baixo, porém, está com valores bem menores, comprovando uma possível lixiviação, além da absorção do nutriente pelas plantas.

O resumo da análise de variância da camada subsuperficial (0,20-0,40 m) é apresentado na Tabela 18. Para a análise de contrastes, verifica-se para os cátions básicos (K, Ca e Mg), a soma de bases, a acidez potencial e a saturação por bases que houve resultado significativo, sendo todos significativos no primeiro contraste (adubação orgânica versus adubação mineral). A concentração de potássio no solo apresentou maior valor quando utilizada a recomendação mineral, em relação à orgânica. Este resultado pode ser explicado devido aos adubos minerais liberarem prontamente o nutriente. Assim, o K que não está sendo absorvido pela planta pode estar sendo lixiviado para camadas mais profundas do solo, o que foi evidenciado com estes resultados (Tabela 18), ou seja, não houve diferença para o nutriente na camada superficial (0,00-0,20 m); assim, pode-se inferir que o K migrou para a camada mais profunda (0,20-0,40 m), ficando ali mais retido, visto que o Argissolo possui mais argila na camada mais profunda, conforme indicado na Tabela 2.

Cálcio, magnésio, soma de bases e saturação por bases apresentaram maiores valores quando da aplicação da adubação orgânica, em relação à mineral (Tabela 18).

A acidez potencial apresentou maiores valores quando da utilização da adubação mineral, em relação à orgânica (Tabela 18). Assim, verifica-se que nos tratamentos que receberam fertilizantes minerais, na camada subsuperficial, ocorreu maior acidificação,

seja devido ao aumento da acidez potencial, seja pela diminuição da saturação por bases, ou ainda, na comparação da concentração de cálcio e magnésio, que são cátions básicos componentes da saturação por bases.

Com relação à análise de regressão, não houve resultados significativos para a camada 0,20-0,40 m (Tabela 18).

Tabela 18. Resumo da análise de variância da análise de rotina da camada de 0,20-0,40 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2009

Doses	pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P (resina) mg dm ⁻³	K mmol _c dm ⁻³	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
t ha ⁻¹										%
0	5,2	9	6	1,1	21	9	19	31,1	50,1	62
9	5,2	10	8	0,9	21	9	18	30,9	48,9	63
18	4,8	10	7	0,7	21	13	21	34,7	55,7	62
27	5,0	9	8	0,8	17	8	20	25,8	45,8	56
36	5,1	12	10	0,9	19	9	19	28,9	47,9	60
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	5,1	10	8	0,9	20	10	19	30,3	49,7	61
Sementes Frescas (SF)	5,0	10	8	0,8	20	9	20	29,8	49,8	60
Recomendação Mineral (RM)	4,8	8	6	1,2	15	6	23	22,2	45,2	49
Contraste	----- Valor F -----									
RM vs (SF+SM)	2,08 ^{ns}	4,31 ^{ns}	1,06 ^{ns}	6,64*	4,97*	5,21*	6,77*	5,18*	2,01 ^{ns}	8,74**
SF vs SM	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}
CV (%)	5,4	19,8	41,9	24,8	20,1	33,7	11,8	22,6	12,7	11,1

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Na Tabela 19 é apresentado o resumo da análise de variância para as análises de micronutrientes e enxofre na camada subsuperficial. Verifica-se que para a análise de contrastes apenas o enxofre apresentou resultado significativo, cuja maior concentração foi observada com o uso da adubação mineral, em relação à orgânica. Resultados semelhantes foram observados nas amostragens de dezembro de 2006 e 2007. Isso pode ser explicado devido à utilização do superfosfato simples na fertilização mineral, o qual possui gesso em sua composição que, devido a sua solubilidade e mobilidade, pode migrar no perfil do solo, ficando mais disponível em camadas mais profundas. Para a análise de regressão não houve resultados significativos (Tabela 19).

Tabela 19. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,20-0,40 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2009

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
t ha ⁻¹	----- mg dm ⁻³ -----					
0	0,16	8,9	11	23,6	0,3	2
9	0,16	5,9	12	21,7	0,5	3
18	0,15	4,1	10	18,2	0,4	3
27	0,16	4,1	11	16,9	0,4	3
36	0,13	5,3	12	25,8	0,4	3
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	0,15	5,7	11	21,2	0,4	3
Sementes Frescas (SF)	0,13	6,3	10	20,5	0,3	3
Recomendação Mineral (RM)	0,16	3,9	12	27,5	0,3	6
Contraste	----- Valor F -----					
RM vs (SF + SM)	1,28 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,54 ^{ns}	3,4 ^{ns}	0,58 ^{ns}	20,76 ^{**}
SF vs SM	3,14 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1,40 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,05 ^{ns}
CV (%)	14,2	48,1	16,4	28,9	25,4	38,5

^{ns} e ^{**} - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente.

4.1.5. Análise de solo referente a dezembro de 2010

O resumo da análise de variância para os atributos químicos da análise de rotina da quinta amostragem de solo está apresentado na Tabela 20.

Com relação à análise de contrastes houve resultados significativos para as variáveis pH, H+Al e V para a primeira comparação. Para o potencial hidrogeniônico e a saturação por bases, a adubação orgânica proporcionou menores valores do que a adubação mineral; no entanto, para a acidez potencial, a adubação mineral apresentou valores superiores à utilização do subproduto.

Desta maneira, pode-se inferir que a adubação mineral está provocando maior acidificação do solo em relação à aplicação do subproduto, muito provavelmente devido à utilização da uréia (fonte de N).

Tabela 20. Resumo da análise de variância da análise de rotina e nitrogênio inorgânico da camada de 0,00-0,20 m na amostragem de solo realizada em dezembro de 2010

Doses	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	N mineralizado	pH (CaCl ₂)	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+AI	SB	T	V
t ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	g dm ⁻³	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³	%						
0	3,3	3,8	7,1	6,3	13	8	0,9	27	11	15	38,9	53,9	72
9	8,3	6,0	14,3	6,0	17	14	1,0	25	12	16	38,0	54,0	70
18	6,8	5,3	12,1	6,2	12	14	0,8	19	10	16	29,8	45,8	65
27	8,0	4,8	12,8	5,9	14	22	0,9	18	10	17	28,9	45,9	63
36	4,5	5,0	9,5	5,4	13	24	0,9	19	11	20	30,9	50,9	61
Efeito	Q*	ns	Q*	L**	ns	L**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sementes													
Moídas (SM) - média	6,2	5,0	11,2	6,0	13	16	0,9	22	11	17	33,9	50,9	67
Sementes Frescas (SF)	4,3	6,3	10,6	6,0	15	20	1,2	22	12	17	35,2	52,2	67
Recomendação Mineral (RM)	5,3	4,0	9,3	5,4	13	19	1,0	17	8	23	26,0	49,0	53
Contraste													
RM vs (SF+SM)	0,25 ^{ns}	1,07 ^{ns}	1,02 ^{ns}	9,46 ^{**}	0,23 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,65 ^{ns}	3,29 ^{ns}	16,65 ^{**}	3,18 ^{ns}	0,17 ^{ns}	10,1 ^{**}
SF vs SM	2,61 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,15 ^{ns}	1,35 ^{ns}	2,69 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,17 ^{ns}
CV (%)	37,3	41,8	30,3	6,4	20,2	35,4	38,1	27,1	27,7	16,2	25,1	13,1	13,3

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear. Q – quadrática.

Pela análise de regressão verificam-se resultados significativos para amônio (Figura 18), nitrogênio mineralizado (Figura 19), pH (Figura 20) e fósforo (Figura 21), sendo que para amônio e N mineralizado o melhor modelo de resposta foi o quadrático e, para as demais variáveis, o linear.

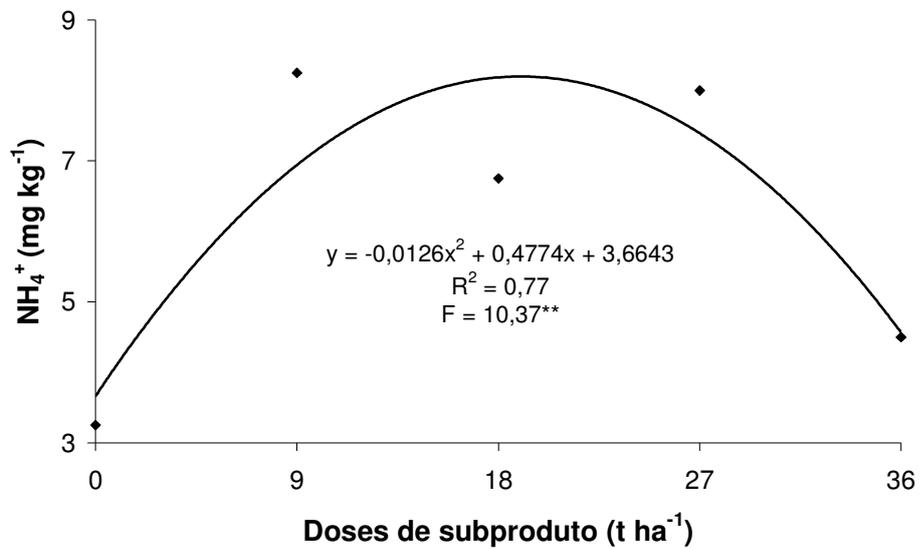


Figura 18. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de NH₄⁺ (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2010. ** - Significativo a 1%.

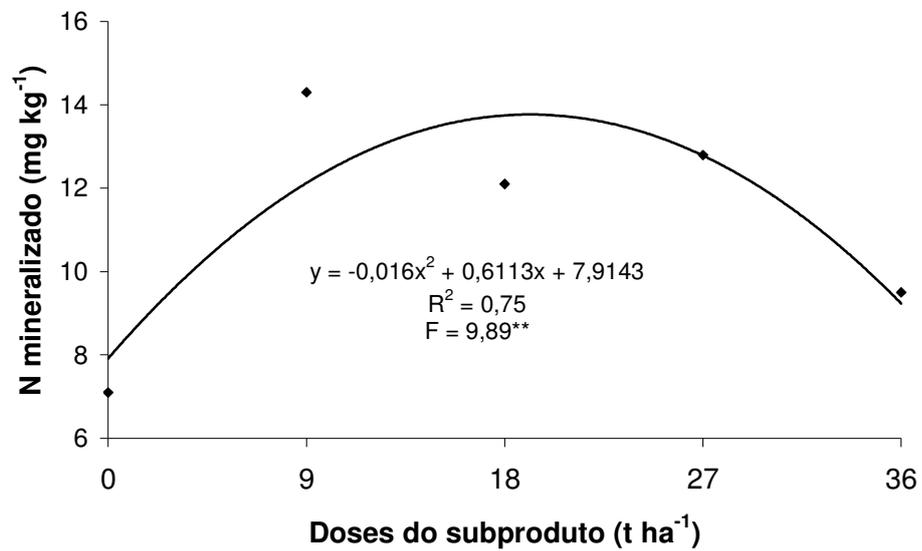


Figura 19. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de N min. (NH_4^+ + NO_3^-) (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2010. ** - Significativo a 1%.

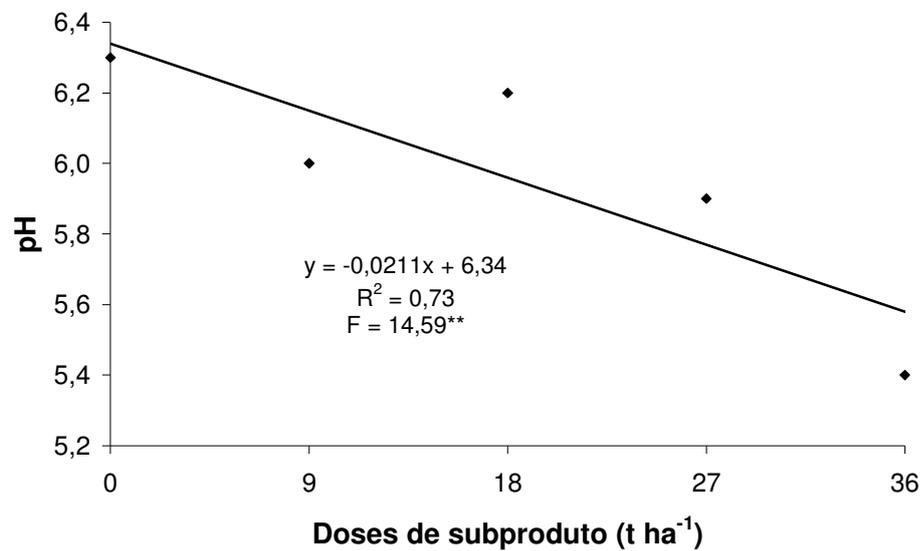


Figura 20. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o valor de pH (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2010. ** - Significativo a 1%.

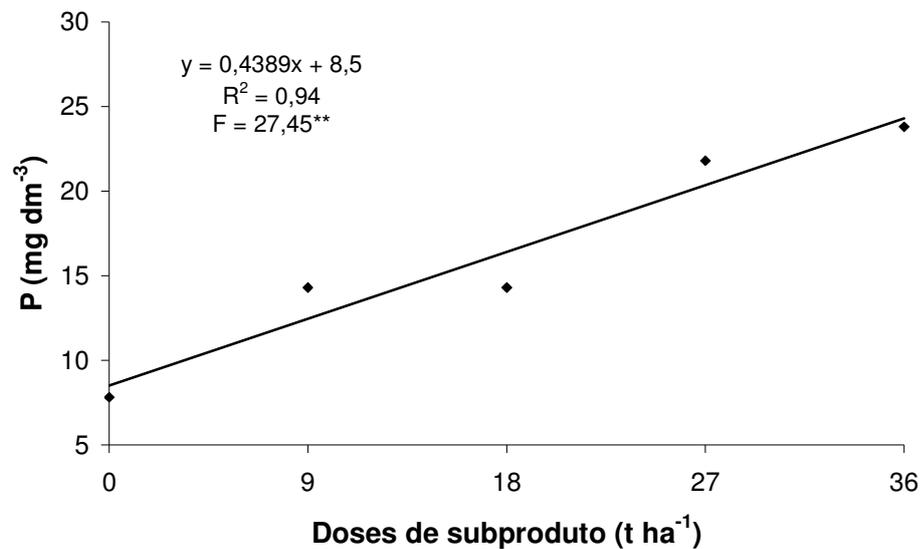


Figura 21. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de P (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2010. ** - Significativo a 1%.

Da mesma maneira como ocorrido na análise anterior, o amônio apresentou resultados semelhantes, sendo o ponto de máximo na análise anterior (Figura 11) de 25 t ha⁻¹ e na presente o valor de 19 t ha⁻¹ (Figura 18). Ainda de maneira semelhante, o nitrogênio mineralizado, que é a soma do N na forma amoniacal e nítrica, teve aumento de concentração até a dose de 19 t ha⁻¹ (Figura 19).

Com relação ao valor pH, esta análise foi a primeira que detectou diferenças significativas, desde o início da pesquisa em 2006, constantando-se que as aplicações

do subproduto promoveram diminuição no valor pH (Figura 20). Assim, os resultados obtidos nas análises anteriores, que indicavam aumento da acidez potencial e/ou diminuição da saturação por bases foram reforçados na presente análise, ou seja, a utilização do subproduto promoveu acidificação do solo. TORRES (2008) também verificou diminuição do pH, trabalhando com o subproduto da indústria processadora de goiabas, em estudo realizado em condições controladas.

Um dos processos mais importantes de acidificação do solo é consequência da reação de nitrificação do amônio. O cátion amônio transforma-se no ânion nitrato e dois hidrogênios são liberados. O H^+ tem grande afinidade com o solo, com o qual reage, ocupando posições de troca em forma não dissociada, deslocando um cátion correspondente. Dessa maneira, o solo fica um pouco mais ácido e o nitrato, bem como os cátions básicos correspondentes presentes na solução do solo, podem ser lixiviados (RAIJ, 2010).

A reação ácida decorrente da nitrificação do íon amônio manifesta-se tanto para adições de adubos nitrogenados minerais ao solo, como para os processos finais de mineralização da matéria orgânica do solo ou de subprodutos vegetais adicionados (RAIJ, 2010). O aumento no teor de matéria orgânica do solo poderá levar tanto a um aumento como a uma diminuição do valor pH, sendo que esse efeito depende da fonte de subproduto orgânico utilizada (MANTOVANI & YAGI, 2010).

Como obtido nas três últimas análises, o fósforo novamente foi influenciado pela aplicação do subproduto, sendo que com o aumento das doses houve incremento das concentrações de P no solo. Como já comentado, CORRÊA et al. (2005), MANTOVANI et al. (2004) e TORRES (2008) encontraram resultados semelhantes, ou seja, o subproduto é fonte de fósforo.

Na Tabela 21 é apresentado o resumo da análise de variância para micronutrientes mais enxofre. Para a análise de contrastes observa-se resultado significativo para o manganês na primeira e na segunda comparação efetuadas e, para o enxofre, apenas na comparação entre recomendação mineral e subproduto. Para

ambos os elementos (Mn e S) a recomendação mineral proporcionou maiores concentrações, em relação à adubação orgânica. No caso do manganês, a utilização de sementes inteiras incrementou as concentrações de Mn, quando comparada à aplicação de sementes moídas.

Tabela 21. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,00-0,20 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2010

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO₄²⁻
t ha⁻¹	mg dm⁻³					
0	0,12	12,1	13	18	0,6	4
9	0,19	13,9	13	25	0,7	4
18	0,17	13,9	13	26	0,4	4
27	0,20	13,2	17	28	0,5	4
36	0,10	15,5	23	32	0,6	5
Efeito	ns	ns	ns	L*	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	0,16	13,7	16	26	0,6	4
Sementes Frescas (SF)	0,13	16,8	16	33	0,7	4
Recomendação Mineral (RM)	0,15	11,9	21	37	0,5	10
Contraste	Valor F					
RM vs (SF+SM)	0,04 ^{ns}	0,99 ^{ns}	2,37 ^{ns}	15,86 ^{**}	0,53 ^{ns}	55,59 ^{**}
SF vs SM	0,44 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,06 ^{ns}	8,08*	1,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}
CV (%)	50,5	31,3	36,3	16,5	42,2	29,8

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

A análise de regressão apresentou resultado significativo apenas para a concentração de Mn no solo, cujo melhor modelo de respostas foi o linear crescente (Figura 22). Resultados semelhantes também foram obtidos nas análises de dezembro de 2007 e 2008.

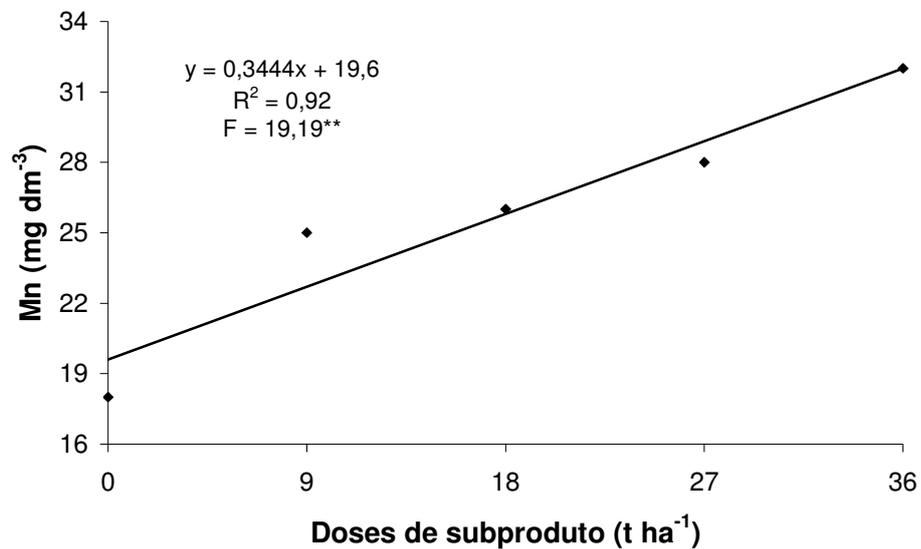


Figura 22. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de Mn (camada de 0,00-0,20 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2010. ** - Significativo a 1%.

A aumento da acidez do solo promove elevação da disponibilidade de micronutrientes, como Zn, Mn, Cu e Fe (SOUSA et al, 2007); logo, como constatado na presente análise, a diminuição do pH contribuiu com o aumento da concentração Mn no solo.

Os valores médios apresentados nas Tabelas 20 e 21, quando comparados com as concentrações adequadas preconizadas por RAIJ et al. (1997), podem ser assim interpretados: os atributos K, S e B estão na classe de interpretação baixa; P e Zn se encontram na faixa de valores médios; e, para os nutrientes Ca, Mg, Cu, Fe e Mn, estes estão classificados no limite de interpretação altos.

Na Tabela 22 são apresentados os resultados referentes à análise de rotina na camada de 0,20-0,40 m. Vale ressaltar que, somente a partir do quinto ano de condução do ensaio os primeiros resultados significativos na camada subsuperficial

(0,20-0,40 m) foram constatados para a análise de regressão. Para a primeira comparação de contrastes, observam-se resultados significativos para Ca, Mg, H+Al, SB e V. Excetuando a acidez potencial, para os demais atributos do solo a aplicação do subproduto proporcionou valores maiores que a recomendação mineral. Avaliando a segundo comparação de contrastes, verifica-se que as concentrações de fósforo e magnésio, os valores da soma de bases e da capacidade de troca catiônica foram superiores quando da aplicação das sementes não moídas.

Tabela 22. Resumo da análise de variância da análise de rotina da camada de 0,20-0,40 m na amostragem de solo realizada em dezembro de 2010

Doses t ha ⁻¹	pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K mmol _c dm ⁻³	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
0	5,9	8	3	0,9	16	7	17	23,9	40,9	58
9	5,7	9	5	0,7	16	7	17	23,7	40,7	58
18	5,6	9	4	0,7	16	7	17	23,7	40,7	58
27	5,7	9	7	0,5	14	7	17	21,5	38,5	56
36	5,7	9	7	0,8	15	8	19	23,8	42,8	56
Efeito	ns	ns	L **	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	5,7	9	5	0,7	15	7	17	22,7	39,7	57
Sementes Frescas (SF)	5,7	10	7	0,9	18	9	17	27,9	44,9	62
Recomendação Mineral (RM)	5,4	8	5	0,9	12	6	20	18,9	38,9	49
Contraste	----- Valor F -----									
RM vs (SF+SM)	3,58 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,85 ^{ns}	7,87 [*]	4,68 [*]	7,89 [*]	7,86 [*]	2,11 ^{ns}	14,88 ^{**}
SF vs SM	0,01 ^{ns}	0,99 ^{ns}	5,56 [*]	1,63 ^{ns}	3,86 ^{ns}	4,92 [*]	0,01 ^{ns}	5,78 [*]	5,09 [*]	3,18 ^{ns}
CV (%)	5,9	23,6	31,8	37,7	17,7	21,8	9,9	16,4	9,8	8,4

^{ns} , ^{*} e ^{**} - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

Com relação à análise de regressão verifica-se que houve efeitos significativos para a aplicação das doses do subproduto. Como observado para a camada de 0,00-0,20 m, também na subsuperfície (0,20-0,40 m), houve significância para fósforo, cujo melhor modelo de resposta foi o linear crescente (Figura 23).

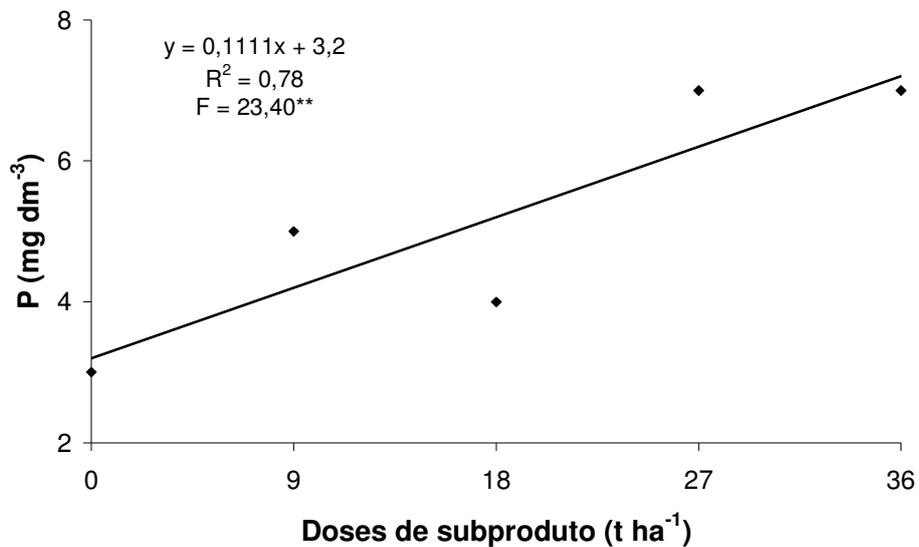


Figura 23. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a concentração de P (camada de 0,20-0,40 m), em pomar de goiabeiras, na amostragem realizada em dezembro de 2010. ** - Significativo a 1%.

A adição de dejetos (materiais orgânicos) ao solo reduz a capacidade de adsorção de fósforo, aumentando disponibilidade de P; a matéria orgânica, por sua vez, bloqueia os sítios de adsorção dos óxidos de Fe e Al do solo, diminuindo a capacidade de fixação do H_2PO_4^- (NOVAIS et al., 2007). No entanto, tal fato pode causar maior mobilidade do elemento no perfil, em formas orgânicas solúveis de P, como também acontece em ecossistemas florestais.

O efeito da adição de subprodutos orgânicos sobre a retenção de fósforo pelo solo depende da concentração de P no subproduto ou no adubo orgânico. A imobilização do fósforo da solução do solo torna-se maior que a mineralização do P orgânico, quando o subproduto tem menos de 2 g kg⁻¹ de P total (NOVAIS et al., 2007). O subproduto da indústria processadora de goiabas apresenta 2,1 g kg⁻¹ (Tabela 3).

A análise de micronutrientes e enxofre na camada subsuperficial (0,20-0,40 m) está apresentada na Tabela 23.

Tabela 23. Resumo da análise de variância de micronutrientes e enxofre da camada de 0,20-0,40 m, na amostragem de solo realizada em dezembro de 2010

Doses	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO₄²⁻
t ha⁻¹	mg dm⁻³					
0	0,10	3,1	9	23	0,2	3
9	0,15	4,3	10	24	0,2	4
18	0,13	3,4	9	23	0,2	4
27	0,16	3,8	9	23	0,2	3
36	0,26	4,3	11	32	0,3	5
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	0,16	3,8	10	25	0,2	4
Sementes Frescas (SF)	0,09	4,2	10	25	0,1	5
Recomendação Mineral (RM)	0,12	3,3	11	32	0,1	12
Contraste	Valor F					
RM vs (SF+SM)	0,31 ^{ns}	0,42 ^{ns}	1,69 ^{ns}	6,53*	1,57 ^{ns}	35,9**
SF vs SM	1,78 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	4,71*	0,42 ^{ns}
CV (%)	66,9	39,6	15,7	20,4	46,6	46,3

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Comparando-se a recomendação mineral versus a adubação orgânica verifica-se que a utilização dos adubos minerais proporcionou maiores concentrações de manganês e enxofre. Para o S, a explicação seria a utilização do superfosfato simples, o qual possui gesso em sua composição. No caso do Mn, a acidificação provocada pelo

uso da uréia, como fonte de N, pode estar contribuindo para o aumento da concentração do micronutriente, quando comparada com a adubação orgânica.

Com relação à segunda análise de contraste, verifica-se para o zinco que as sementes moídas proporcionaram maiores concentrações de Zn, em comparação com as sementes não moídas. A análise de regressão não revelou resultados significativos para a camada subsuperficial (0,20-0,40 m) para qualquer dos atributos.

Por se tratar de um experimento em condições de campo e conduzido por vários anos, é importante destacar que os valores dos coeficientes de variação e dos coeficientes de determinação dos atributos químicos do solo podem ser considerados aceitáveis, ou seja, de maneira geral, baixos valores de CV e, para R^2 valores acima de 80%, excetuando-se algumas determinações de micronutriente.

De acordo com PIMENTEL-GOMEZ & GARCIA (2002), a variabilidade de um atributo pode ser classificada de acordo com a magnitude do seu coeficiente de variação, que pode ser: baixo, quando menor que 10%; média, quando entre 10 e 20%; alta, quando entre 20 e 30%; e muito alta, se maior que 30%.

O subproduto da indústria processadora de goiabas promoveu alterações na fertilidade do solo. As doses do subproduto moído incrementaram as concentrações de N mineralizado, P e Mn e redução do valor pH. A acidificação devido à aplicação do subproduto é mais paulatina, quando comparada com a aplicação de adubo mineral. Na camada subsuperficial (0,20-0,40 m), após a aplicação contínua do subproduto foi verificado aumento na concentração de P, em função das doses.

4.2. Estado nutricional

4.2.1. Análise foliar

4.2.1.1. Análise foliar referente a junho de 2006

Após a primeira aplicação do subproduto, realizada em março de 2006, decorridos aproximadamente três meses, as plantas floresceram, procedendo-se, então, à amostragem de folhas, cujos resultados são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24. Resumo da análise de variância de variância da análise foliar na amostragem de folhas realizada em junho de 2006

Doses	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
t ha ⁻¹	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
0	17	1,3	16	9	1,8	2,7	34	10	49	70	17
9	17	1,4	17	9	1,8	2,8	40	10	38	60	14
18	18	1,4	17	8	1,8	2,6	37	10	42	70	18
27	18	1,3	17	8	1,8	2,6	33	10	39	70	15
36	18	1,4	16	8	1,7	2,5	34	10	40	64	13
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	18	1,4	17	8	1,8	2,6	36	10	42	67	15
Semente Fresca (SF)	17	1,5	17	9	1,9	2,8	38	10	40	59	14
Recomendação Mineral (RM)	18	1,4	16	8	1,8	2,6	30	10	44	58	17
Contraste	----- Valor F -----										
RM vs (SF+SM)	0,01 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,26 ^{ns}	6,53*	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,07 ^{ns}
SF vs SM	0,07 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,68 ^{ns}
CV (%)	8,3	6,8	6,3	10,6	7,6	7,5	12,4	11,5	29,4	17,3	34,9

^{ns} e * - Não significativo e significativo a 5%, respectivamente.

Observa-se que em junho de 2006, apenas o teor foliar de boro para contrastes foi afetado, de forma que a recomendação mineral apresentou menor teor de B em relação à aplicação do subproduto (moído e não moído). Para as demais variáveis não houve resultados significativos, tanto para contrastes quanto para a análise de regressão (Tabela 24). Tal fato pode ser justificado por se tratar de um experimento em condições de campo, com o emprego de subproduto orgânico, cuja liberação dos nutrientes é lenta (MANTOVANI et al., 2004), sendo que os efeitos no solo ocorrem de forma progressiva (Tabelas 4 a 23). Além disso, a goiabeira é uma frutífera perene, com expressiva reserva de nutrientes, os quais podem ser alocados quando necessário, por exemplo, no período de florescimento, em que a demanda por elementos é mais intensa, inibindo eventuais efeitos dos tratamentos num curto prazo.

Os teores médios dos nutrientes N, Mg, Cu, Fe e Zn, determinados em junho de 2006, comparados às indicações de NATALE et al. (1996) para goiabeira 'Paluma' em regime de sequeiro, apresentam-se abaixo da faixa adequada. Entretanto, ROZANE et al. (2009c) salientam que há variações expressivas de nutrientes nas folhas de goiabeira 'Paluma', em pomares conduzidos sob regimes irrigado (caso deste experimento) e de sequeiro.

4.2.1.2. Análise foliar referente a maio de 2007

A segunda amostragem de folhas foi realizada em maio de 2007, cujo resumo da análise de variância é apresentado na Tabela 25. Para a análise de contraste nota-se que houve resultados positivos para os teores de S, B e Fe, sendo que para os dois primeiros houve diferença entre a recomendação mineral e a adubação orgânica. Os maiores teores foram observados quando aplicado o subproduto, independentemente da forma (moído ou não). Para o ferro, observa-se que o maior teor foi encontrado nas

folhas dos tratamentos que receberam as sementes frescas (ou não moídas) (Tabela 25).

Tabela 25. Resumo da análise de variância da análise foliar na amostragem de folhas realizada em maio de 2007

Doses	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
t ha ⁻¹	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
0	20	1,9	16	8	2,0	3,1	33	208	16	136	26
9	21	2,0	16	8	2,1	3,2	34	213	18	142	29
18	21	2,0	16	9	2,2	3,1	34	183	14	146	28
27	22	2,0	16	9	2,2	3,1	31	241	16	166	30
36	23	1,9	16	10	2,3	3,2	35	228	19	162	29
Efeito	L*	ns	ns	L**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	21	2,0	16	9	2,2	3,1	33	215	17	150	28
Semente Fresca (SF)	20	2,1	15	9	2,2	3,2	35	253	23	168	29
Recomendação Mineral (RM)	21	2,1	16	9	2,1	2,8	30	202	18	150	28
Contraste	Valor F										
RM vs (SF+SM)	0,04 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,04 ^{ns}	11,05 ^{**}	14,87 ^{**}	0,41 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,65 ^{ns}
SF vs SM	2,18 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,74 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,27 ^{ns}	2,21 ^{ns}	1,56 ^{ns}	5,34 [*]	2,19 ^{ns}	0,01 ^{ns}
CV (%)	5,8	9,7	6,5	8,6	9,7	6,7	5,7	25,5	28,5	14,3	8,7

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

Com relação à análise de regressão, relativa à aplicação das doses de subproduto moído, verifica-se que para o N e o Ca foram encontrados resultados significativos em função dos tratamentos, conforme apresentado nas Figuras 24 e 25, respectivamente. Fica evidente que, com o incremento das doses do subproduto da indústria processadora de goiabas, há correspondente aumento no teor foliar de N. O mesmo acontece em relação ao cálcio.

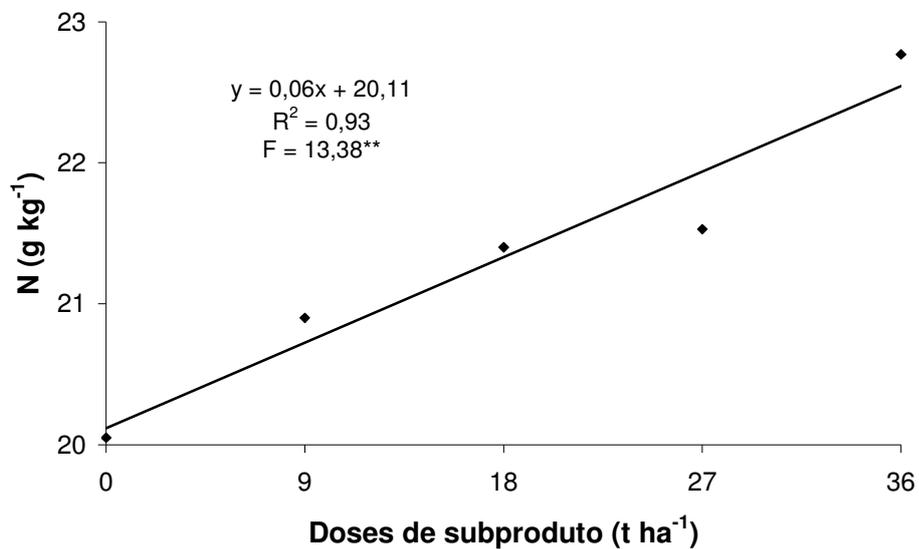


Figura 24. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de N (maio de 2007), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

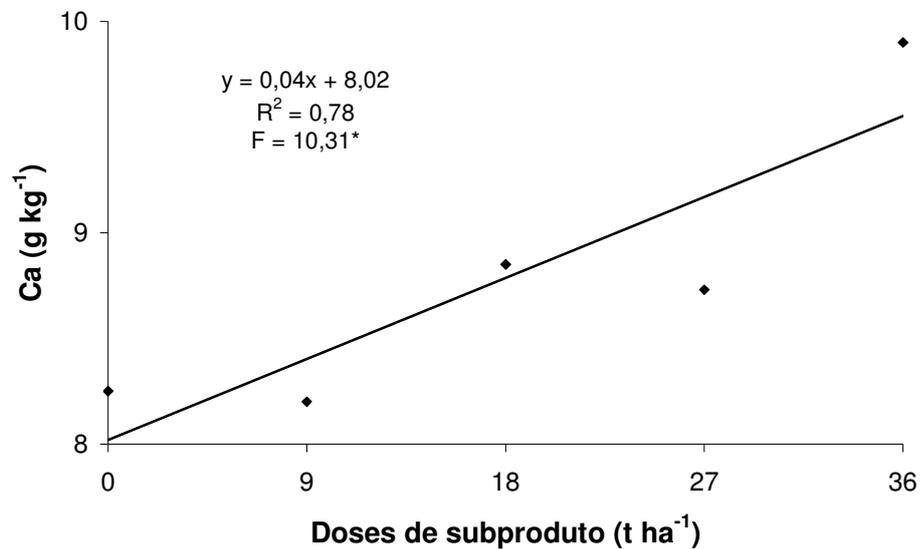


Figura 25. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de Ca (maio de 2007), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

Nesta análise foliar, observa-se, exceto para o Fe, que os demais nutrientes se encontram na faixa considerada adequada para a goiabeira (NATALE et al., 1996).

4.2.1.3. Análise foliar referente a novembro de 2007

Na Tabela 26 são apresentados os dados referentes à análise foliar da amostragem realizada em novembro de 2007. Verifica-se para a análise de contraste que houve resultado significativo para N, P, B e Mn, ocorrendo diferenças entre os teores apenas para o primeiro contraste, ou seja, na comparação entre a recomendação mineral (ou adubação com fertilizantes químicos) e a adubação orgânica, empregando o subproduto da indústria processadora de goiabas. O nitrogênio e o manganês apresentaram resultados superiores, quando da aplicação do adubo

mineral em relação ao subproduto; já para o P e o B o resultado foi o oposto, cujos maiores teores foram proporcionados pela adubação orgânica. Novamente, vale frisar que o boro, pela terceira amostragem consecutiva, apresentou diferença entre os teores presentes na planta em função dos tipos de adubação empregada (mineral vs orgânica), porém não houve diferença entre o subproduto moído e o fresco.

Tabela 26. Resumo da análise de variância da análise foliar na amostragem de folhas realizada em novembro de 2007

Doses t ha ⁻¹	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
0	16	1,8	14	11	2,8	2,9	32	11	153	53	24			
9	18	1,8	14	12	2,9	3,0	29	15	132	54	28			
18	19	1,9	14	12	3,2	3,0	26	17	154	67	22			
27	21	1,8	14	13	3,3	2,7	24	15	160	80	22			
36	23	1,9	15	13	3,5	2,8	26	16	147	82	30			
Efeito	L*	ns	ns	ns	L*	ns	L*	Q**	ns	L*	ns			
Semente Moída (SM) - média	20	1,8	14	12	3,1	2,9	27	15	149	67	25			
Semente Fresca (SF)	20	1,8	14	13	3,4	2,9	26	14	156	57	26			
Recomendação Mineral (RM)	22	1,6	15	12	2,9	2,9	24	17	162	143	37			
Contraste												Valor F		
RM vs (SF+SM)	10,35**	11,71**	1,12 ^{ns}	0,35 ^{ns}	2,77 ^{ns}	0,04 ^{ns}	4,43*	1,48 ^{ns}	1,33 ^{ns}	120,86**	1,31 ^{ns}			
SF vs SM	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,04 ^{ns}	2,69 ^{ns}	2,67 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,38 ^{ns}	2,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}			
CV (%)	8,1	7,1	6,3	8,0	8,8	10,7	10,3	19,2	12,1	16,9	65,5			

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear. Q – quadrático.

Em função das doses do subproduto aplicadas, observa-se que os teores de nitrogênio nas folhas da goiabeira foram afetados de forma positiva e significativa (Figura 26), com excelente ajuste da equação de regressão ($R^2=0,99$). Tal efeito também foi encontrado na análise foliar anterior, evidenciando que o N existente no subproduto está sendo mineralizado e absorvido pelas plantas, o mesmo ocorrendo em relação ao Mg (Figura 27). Porém, para o boro, o efeito nas plantas mostrou-se negativo, ocorrendo decréscimo no teor deste elemento nas folhas com a elevação das doses do subproduto (Figura 28). Para o Cu o efeito das doses foi quadrático (Figura 29), enquanto para o Mn o efeito foi linear crescente (Figura 30). Nesta análise foliar verifica-se que o teor de N encontra-se na faixa adequada, a partir da dose de 18 t ha^{-1} ; para os nutrientes K e Cu os teores estão abaixo e, com relação ao Ca, B e Fe estão 10, 10 e 50%, respectivamente, acima do considerado adequado por NATALE et al. (1996). Entretanto, os dados apresentados neste estudo corroboram aqueles indicados por ROZANE et al. (2009c) que estudaram goiabeiras nas mesmas condições de cultivo na mesma região do presente experimento.

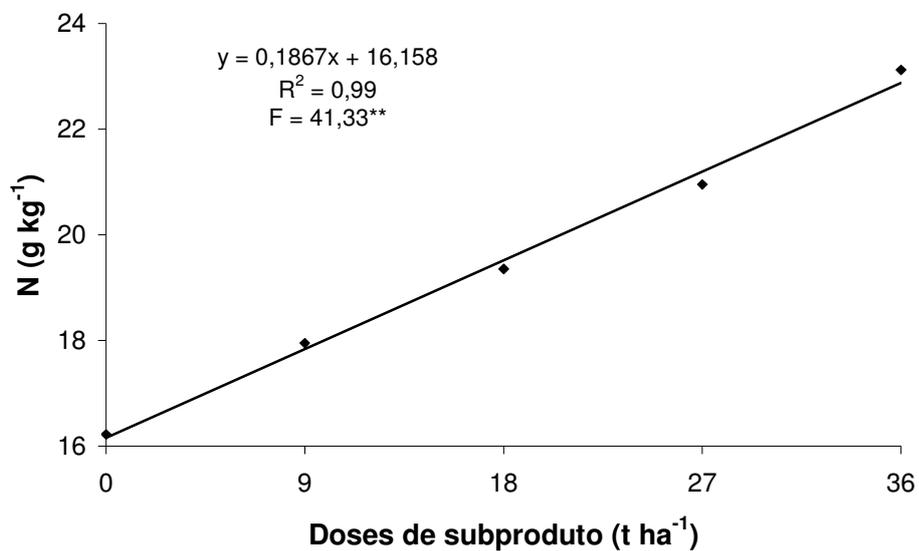


Figura 26. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de N (novembro de 2007), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

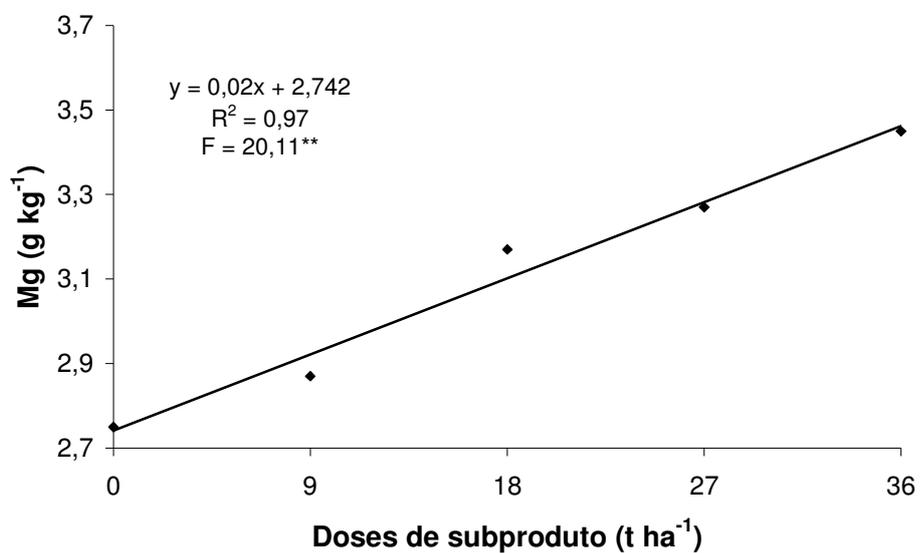


Figura 27. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de Mg (novembro de 2007), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

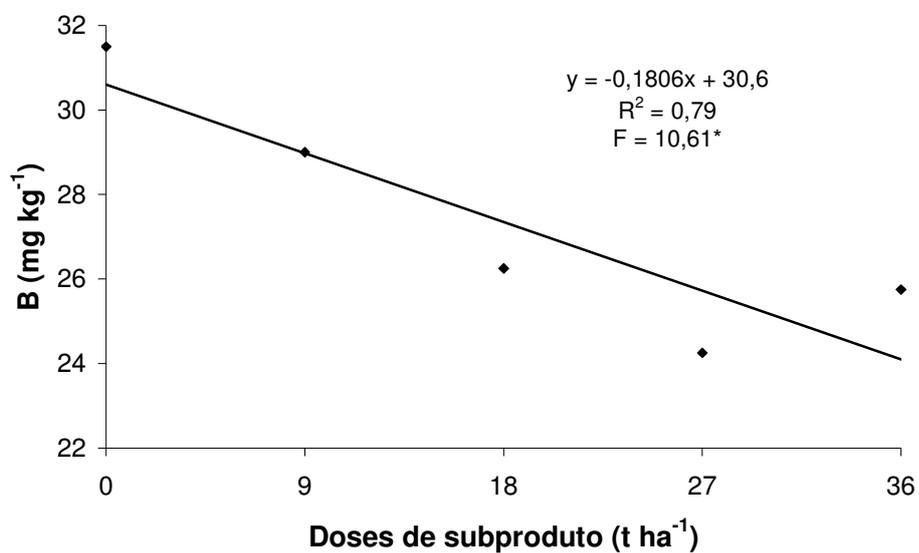


Figura 28. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de B (novembro de 2007), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

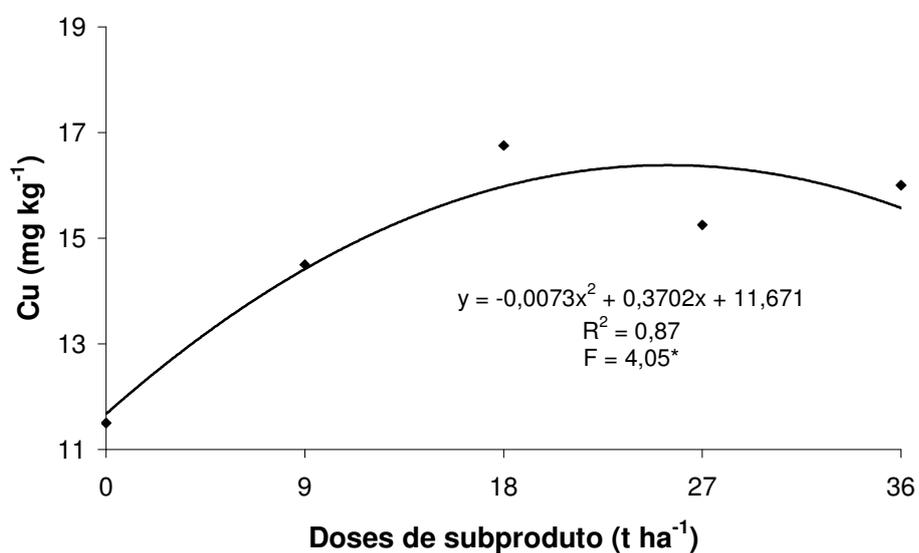


Figura 29. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de Cu (novembro de 2007), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

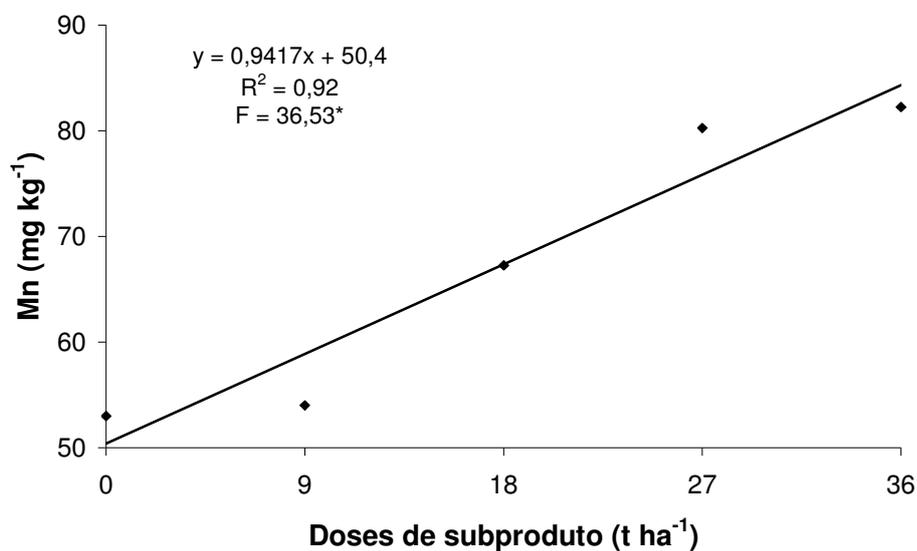


Figura 30. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de Mn (novembro de 2007), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

De acordo com análise de solo apresentada na Tabela 9 e Figura 4, houve aumento da concentração de boro no solo com o incremento das doses de subproduto. Sabe-se que a principal fonte de B em áreas tropicais é a matéria orgânica. MALAVOLTA (2006) cita que os colóides húmicos constituem a principal reserva de boro, porém, devido às reações de esterificação, o B não estaria imediatamente disponível, podendo ficar adsorvido. Segundo KIEHL (1985), a faculdade do húmus quelatizar micronutrientes por tempo apreciável, liberando-os gradativamente, é um dos mais importantes benefícios proporcionados pela matéria orgânica presente no solo.

4.2.1.4. Análise foliar referente a setembro de 2008

Em referência à análise de contraste na amostragem de folhas de setembro de 2008, constata-se que houve resultados significativos para N, P, B, Cu e Mn (Tabela 27). Para N, P, Cu e Mn houve diferença entre os teores em função das adubações empregadas (mineral vs orgânica), sendo que para N, Cu e Mn a recomendação mineral proporcionou maiores teores foliares destes nutrientes (Tabela 24); no entanto, para o P, a adubação orgânica foi a que propiciou valores mais elevados do elemento. Com relação ao B, observa-se que a aplicação das sementes na forma moída promoveu maior teor foliar do micronutriente, em relação às sementes não moídas (Tabela 24). Tanto para o nitrogênio quanto para o fósforo, verifica-se pela segunda análise consecutiva que houve diferença entre os teores foliares desses elementos, com a mesma tendência, ou seja, para nitrogênio novamente a recomendação mineral promoveu maiores teores em relação à adubação orgânica e, para o fósforo, o comportamento foi oposto, com a adubação orgânica promovendo resultados superiores à adubação mineral.

Tabela 27. Resumo da análise de variância de variância da análise foliar na amostragem de folhas realizada em setembro de 2008

Doses	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
t ha ⁻¹	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
0	17	1,8	15	7	2,0	2,6	30	10	95	46	24
9	18	1,9	16	8	2,2	2,9	28	13	91	49	26
18	19	1,9	16	9	2,4	3,0	28	16	107	57	31
27	21	2,0	15	9	2,5	2,9	26	14	101	68	37
36	20	1,8	16	9	2,5	2,8	27	14	86	78	27
Efeito	L**	ns	ns	L*	L*	ns	ns	Q*	ns	L*	ns
Semente Moída (SM) - média	19	1,9	16	8	2,3	2,8	28	13	96	60	29
Semente Fresca (SF)	19	1,8	15	9	2,5	2,9	24	13	100	55	28
Recomendação Mineral (RM)	21	1,7	17	8	2,2	3,1	24	16	94	156	24
Contraste	Valor F										
RM vs (SF+SM)	8,06*	6,07*	3,35 ^{ns}	0,08 ^{ns}	3,00 ^{ns}	2,95 ^{ns}	3,60 ^{ns}	4,85*	0,10 ^{ns}	154,18**	0,92 ^{ns}
SF vs SM	0,10 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,64 ^{ns}	0,08 ^{ns}	5,14*	0,02 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,07 ^{ns}
CV (%)	7,9	6,7	6,1	9,6	9,1	8,6	10,3	13,1	14,5	20,1	31,8

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear. Q – quadrática.

Verifica-se para o N, o Ca, o Mg e o Mn efeito significativo em função das doses de subproduto, com os dados ajustados ao modelo linear crescente (Figuras 31, 32, 33 e 35, respectivamente); para o Cu, como na análise foliar anterior, a resposta foi quadrática (Figura 34). Os teores de nitrogênio encontram-se na faixa adequada com a aplicação de doses superiores a 18 t ha⁻¹ do subproduto. Os demais nutrientes encontram-se dentro dos limites considerados adequados, excetuando-se o cobre e o magnésio, que estão abaixo da faixa adequada para goiabeira cv. Paluma como sugerido por NATALE et al. (1996).

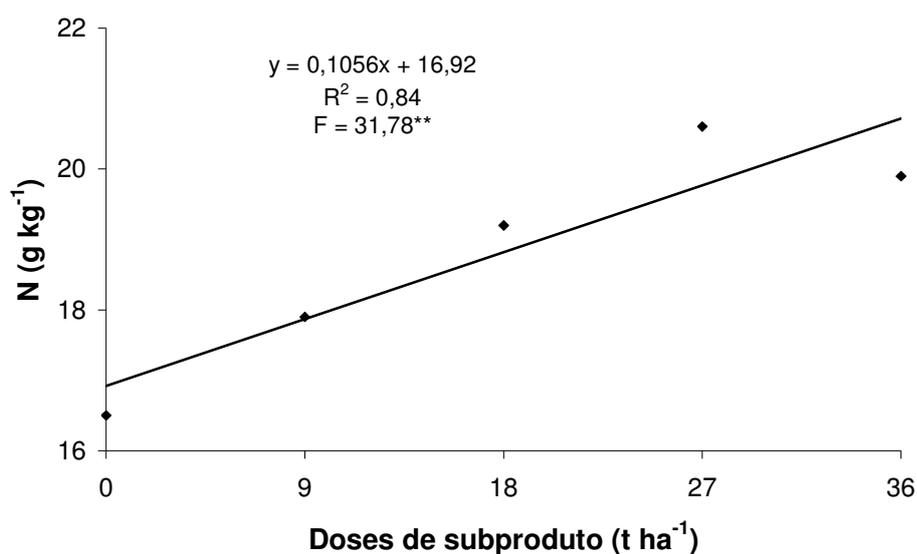


Figura 31. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de N (setembro de 2008), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

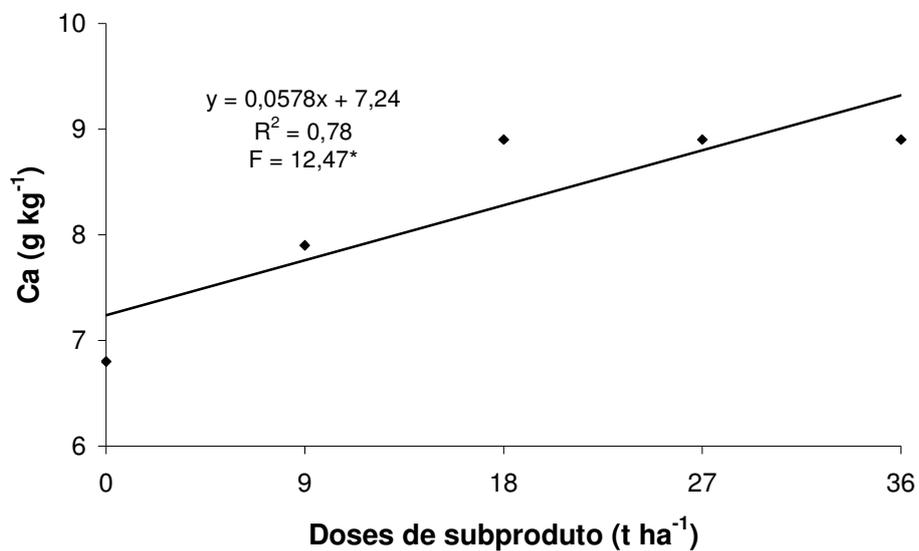


Figura 32. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de Ca (setembro de 2008), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

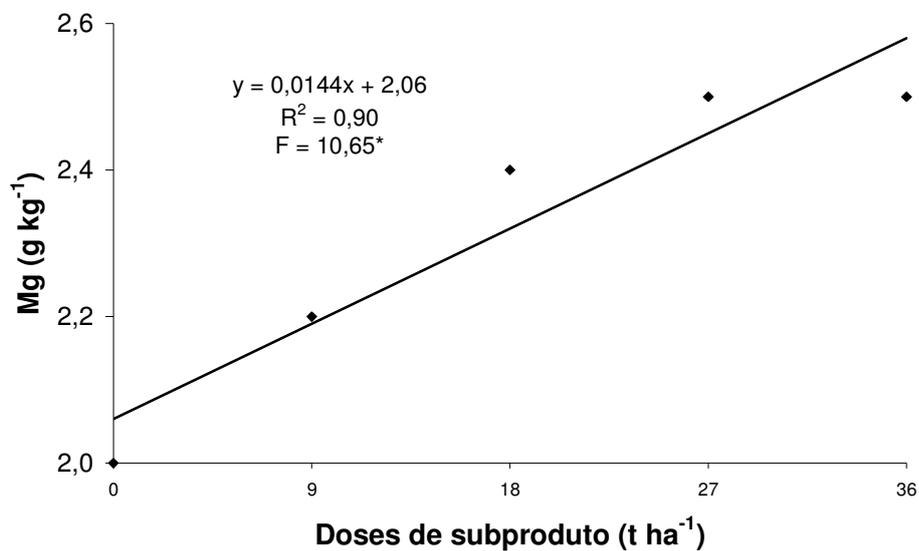


Figura 33. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de Mg (setembro de 2008), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

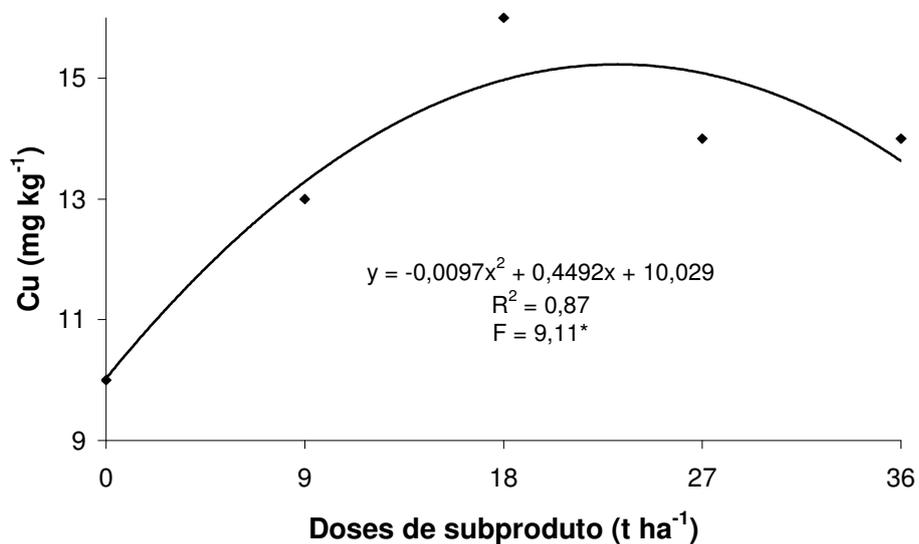


Figura 34. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor foliar de Cu (setembro de 2008), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

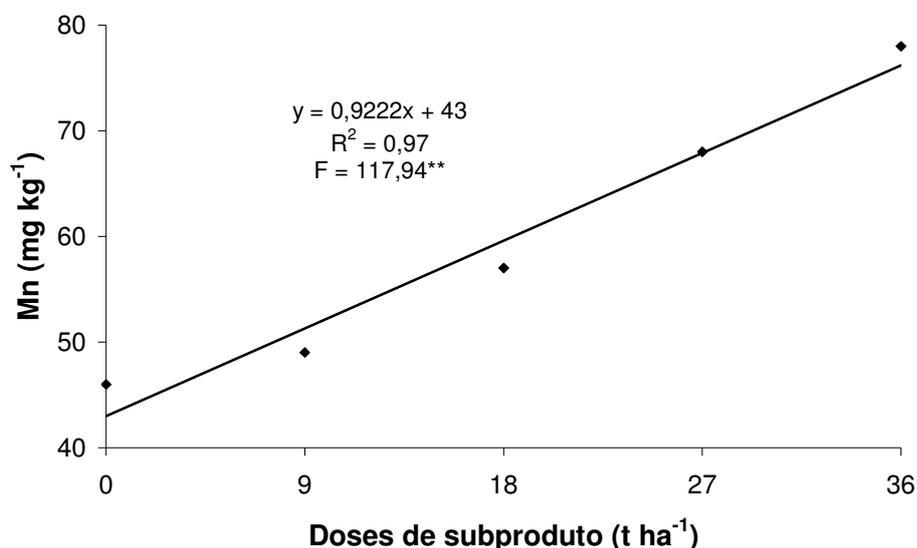


Figura 35. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Mn (setembro de 2008), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

Nas três últimas análises foliares realizadas, verificou-se elevação dos teores de nitrogênio, observando-se comportamento linear crescente em função das doses do subproduto empregadas. Isso é importante devido ao nitrogênio ser normalmente o nutriente mais caro em termos de custo de fabricação de adubos e, conseqüentemente, aumenta os custos de produção dos pomares. O subproduto industrial aqui estudado pode ser uma alternativa interessante para diminuir os custos e amenizar problemas ambientais pela deposição do subproduto em aterros sanitários.

A adubação orgânica, muitas vezes realizada a baixos custos, pode ser interessante em relação aos fertilizantes minerais (KIEHL, 1985). Assim, a utilização de fontes que promovam a melhoria do estado nutricional e, conseqüente aumento de produção, é imprescindível para uma agricultura competitiva. Apesar de não ter sido

detectada alteração significativa na concentração de matéria orgânica do solo, verifica-se tendência de melhoria deste atributo ao longo do experimento.

É importante destacar, ainda, que os coeficientes de variação determinados nas análises foliares, em todas as amostragens, são considerados baixos para a quase totalidade dos nutrientes avaliados, tendo em vista ser este um experimento de campo.

4.2.1.5. Análise foliar referente a julho de 2009

A quinta amostragem de folhas ocorreu em junho de 2009, cujos resultados são apresentados na Tabela 28. Para a análise de contraste, verificam-se resultados significativos para os seguintes elementos: N, S, B e Mn. Com relação ao primeiro contraste, o nitrogênio apresentou, novamente, maior teor nas plantas adubadas com fertilizante mineral (Tabela 28), resultado também constatado nas duas últimas análises foliares (Tabela 26 e 27); para o manganês, verificou-se comportamento semelhante (Tabela 28), enquanto para o boro o maior teor foi determinado nas plantas adubadas com o subproduto. Considerando-se os tipos de adubação orgânica (sementes não moídas e moídas), verifica-se que o material triturado promoveu maiores teores de enxofre, boro e manganês, em relação ao não triturado (Tabela 28).

Tabela 28. Resumo da análise de variância da análise foliar na amostragem de folhas realizada em julho de 2009

Doses t ha ⁻¹	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	19	1,8	17	10	2,1	2,7	36	98	97	71	24
9	20	1,7	17	10	2,2	2,5	35	104	104	67	23
18	21	1,7	16	9	2,1	2,6	32	101	93	71	25
27	23	1,6	16	11	2,5	2,6	29	100	94	76	24
36	22	1,7	17	11	2,5	2,4	29	102	86	87	22
Efeito	L*	ns	ns	ns	L*	ns	L*	ns	ns	Q*	ns
Sementes Moídas (SM) - média	21	1,7	17	10	2,3	2,6	32	101	95	74	24
Sementes Frescas (SF)	21	1,7	17	10	2,4	2,3	27	84	90	57	21
Recomendação Mineral (RM)	22	1,6	17	10	2,2	2,6	24	101	87	151	23
Contraste	----- Valor F -----										
RM vs (SF+SM)	4,90*	1,44 ^{ns}	1,38 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,20 ^{ns}	0,21 ^{ns}	23,63**	0,10 ^{ns}	1,07 ^{ns}	515,96**	0,09 ^{ns}
SF vs SM	3,62 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,52 ^{ns}	6,27*	28,90**	3,84 ^{ns}	0,61 ^{ns}	22,92**	3,37 ^{ns}
CV (%)	5,0	8,4	5,2	8,1	7,8	8,6	8,8	15,8	13,4	7,9	9,8

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear. Q – quadrática.

Em função da aplicação das doses crescentes do subproduto moído, verifica-se que houve resultados significativos para N, Mg, B e Mn.

O nitrogênio apresentou comportamento linear crescente (Figura 36), observando-se a mesma tendência apresentada nas análises foliares anteriores (Figuras 24, 26 e 31).

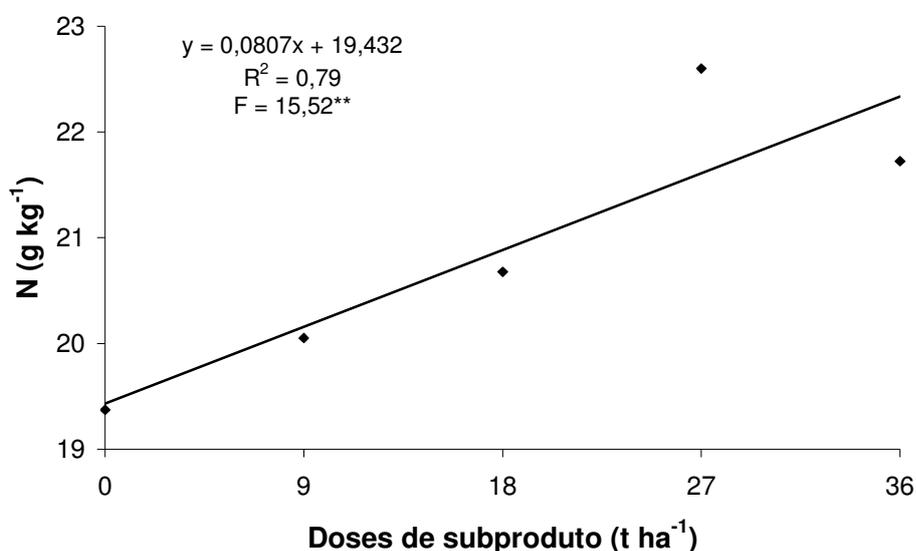


Figura 36. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de N (julho de 2009), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

Para o magnésio, o melhor modelo de resposta foi o linear crescente (Figura 37) e, de maneira análoga ao nitrogênio, há tendência nos resultados, sendo que para as duas últimas análises foliares também houve incremento nos teores foliares de Mg (Figuras 27 e 33).

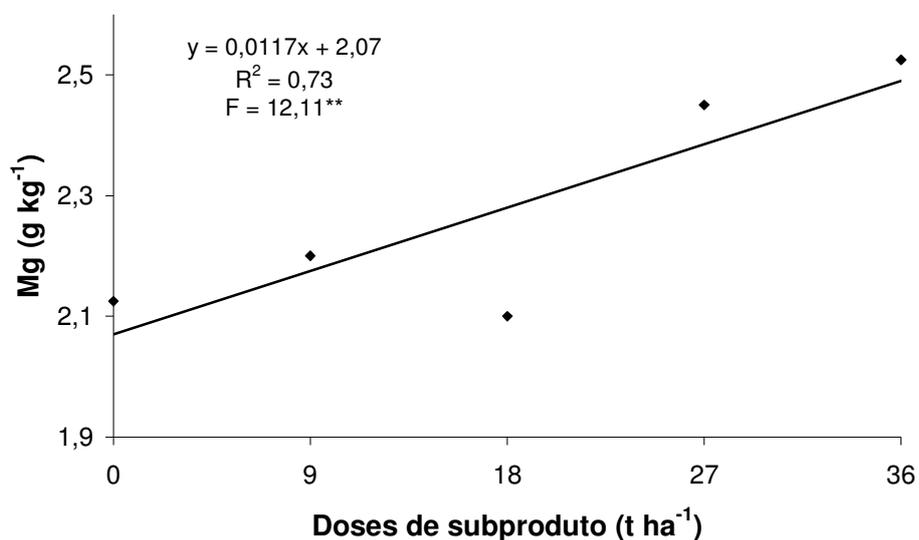


Figura 37. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Mg (julho de 2009), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

Com relação ao teor de boro, constata-se como melhor modelo de resposta o linear decrescente (Figura 38); resultado semelhante também foi obtido na análise foliar de novembro de 2007 (Figura 28). Para o manganês, o melhor modelo de resposta foi o quadrático, no entanto, verifica-se incremento no teor com o aumento das doses (Figura 39). Nas duas últimas análises foliares também houve a mesma tendência de comportamento deste micronutriente (Figuras 30 e 35).

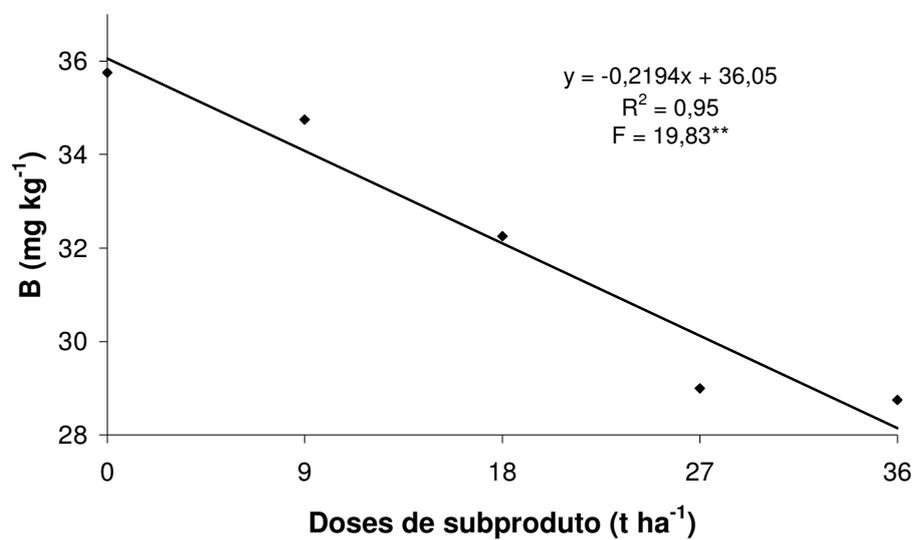


Figura 38. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de B (julho de 2009), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

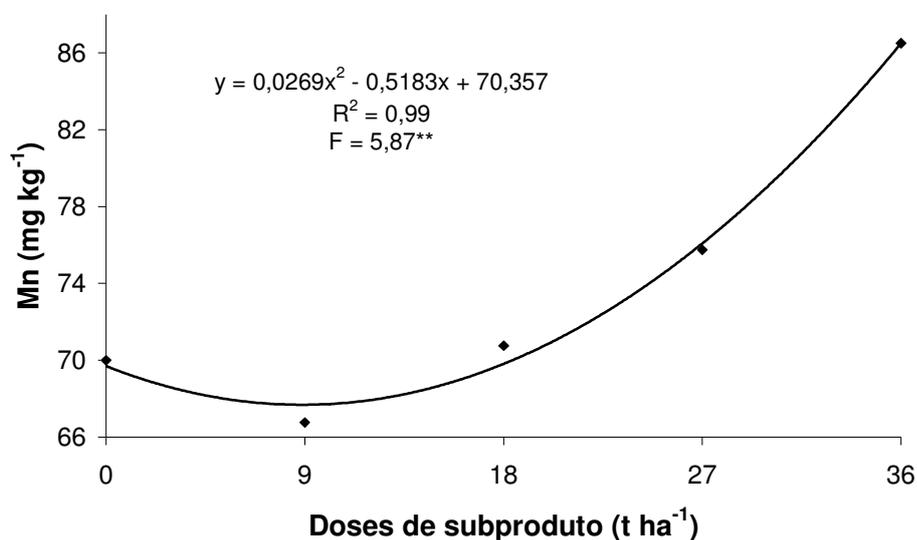


Figura 39. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Mn (julho de 2009), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

Em relação a faixa de teores considerados adequados, os macro e micronutrientes apresentados nesta análise foliar encontram-se dentro da faixa de suficiência proposta por NATALE et al. (1996), com exceção do Cu e Fe.

4.2.1.6. Análise foliar referente a março de 2010

A diagnose foliar, referente a amostragem realizada em março de 2010, encontra-se na Tabela 29. Para a análise de contrastes houve resultado significativo apenas para a primeira comparação, ou seja, entre a recomendação mineral e a orgânica para as variáveis P, B, Fe e Mn. Tanto para o fósforo quanto para o boro a adubação com o subproduto proporcionou maiores teores desses nutrientes nas folhas das goiabeiras. Tal efeito já havia sido detectado nas análises de novembro de 2007

(Tabela 26) e setembro de 2008 (Tabela 27) para P e, nas amostragens de maio de 2007 (Tabela 25), novembro de 2007 (Tabela 26) e junho de 2009 (Tabela 28), em relação ao B. Para o ferro e o manganês a adubação mineral proporcionou maiores valores, quando comparada à adubação com as sementes. Com relação ao manganês, o mesmo comportamento foi observado nas análises de novembro de 2007 (Tabela 26), setembro de 2008 (Tabela 27) e novembro de 2009 (Tabela 28).

Tabela 29. Resumo da análise de variância de variância da análise foliar na amostragem de folhas realizada em março de 2010

Doses t ha ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- g kg ⁻¹ -----										
0	20	2,2	16	8	2,5	3,2	29	136	48	57	28
9	22	1,7	17	10	2,7	3,0	33	135	50	59	42
18	22	1,8	16	9	2,7	2,9	30	131	40	66	30
27	24	1,7	16	9	3,0	2,7	30	145	46	68	31
36	25	1,7	17	10	3,3	3,4	31	134	46	79	30
Efeito	L**	ns	ns	ns	L*	ns	ns	ns	ns	L*	ns
Sementes Moídas (SM) - média	23	1,8	16	9	2,8	3,0	31	136	46	66	32
Sementes Frescas (SF)	22	1,7	15	9	2,6	3,0	32	120	43	59	26
Recomendação Mineral (RM)	23	1,4	15	9	2,5	2,8	26	130	124	98	24
Contraste	----- Valor F -----										
RM vs (SF+SM)	0,01 ^{ns}	9,08**	0,76 ^{ns}	0,32 ^{ns}	3,16 ^{ns}	2,49 ^{ns}	13,48**	0,11 ^{ns}	5,26*	35,72**	2,08 ^{ns}
SF vs SM	0,59 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,46 ^{ns}	2,84 ^{ns}	1,66 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,55 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,79 ^{ns}
CV (%)	6,7	13,2	13,8	9,9	9,8	11,4	7,4	17,9	113,3	14,9	29,9

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

A análise de regressão das doses de subproduto aplicadas no pomar apresentou resultados significativos para N (Figura 40), Mg (Figura 41) e Mn (Figura 42), sendo que para os três nutrientes o melhor modelo de resposta foi o linear crescente. Como já comentado na análise anterior, resultados com comportamento semelhante foram observados nas análises de novembro de 2007, setembro de 2008 e junho de 2009 para o nitrogênio, o magnésio e o manganês; adicionalmente, para o N, em maio de 2007, também foi constatado aumento dos teores foliares com o incremento das doses do subproduto.

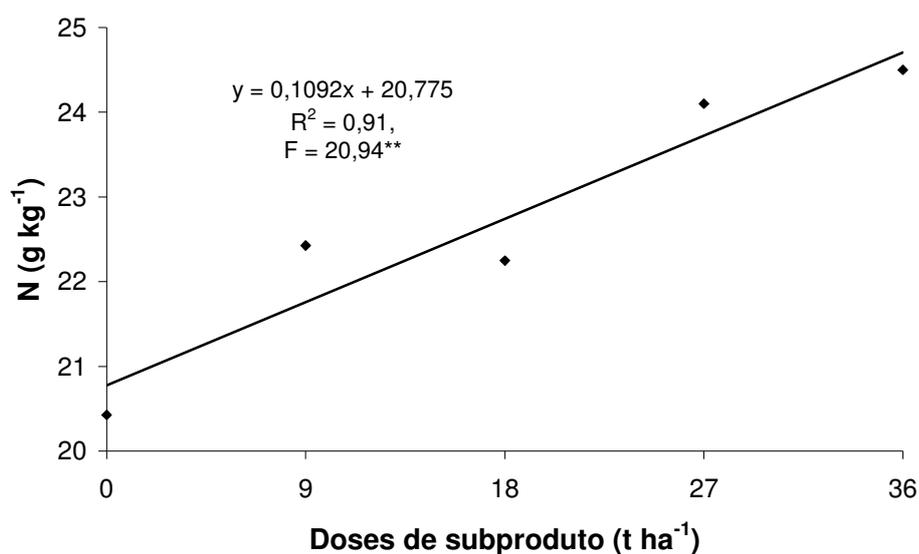


Figura 40. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de N (março de 2010), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

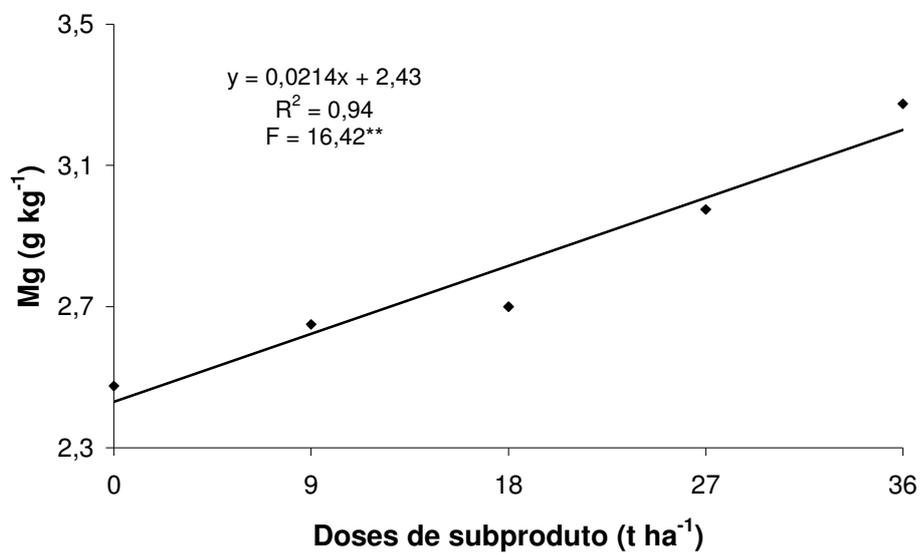


Figura 41. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Mg (março de 2010), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

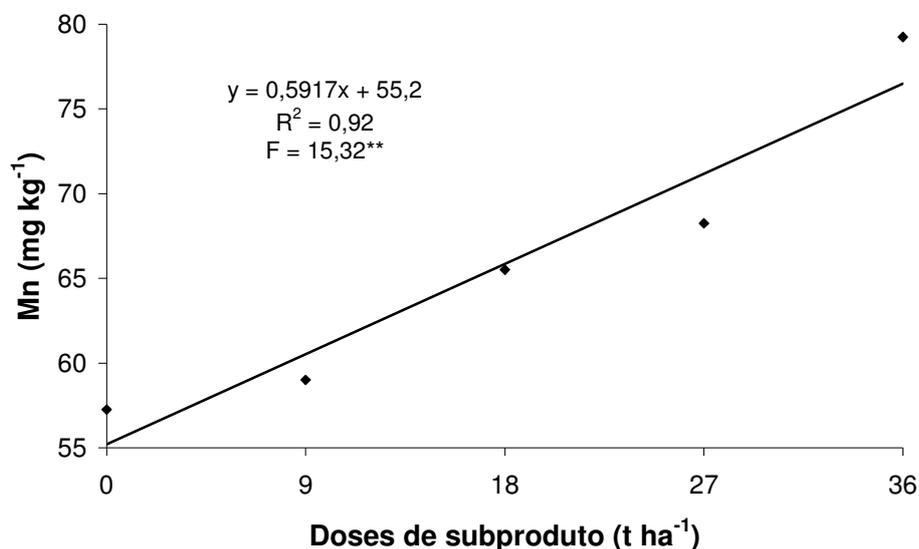


Figura 42. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Mn (março de 2010), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

Em comparação com os teores considerados adequados por NATALE et al. (1996), os nutrientes Mg, B, Cu e Fe encontram-se com a seguinte interpretação: abaixo, acima, acima e abaixo, respectivamente.

Entre os efeitos dos tratamentos observados, que apresentaram tendência nos resultados, verifica-se que as doses do subproduto incrementaram os valores de N, Mg e Mn nas folhas. Tanto para o N quanto para o Mn, também foi constatado aumento das concentrações destes nutrientes no solo, com o incremento das doses do subproduto. Já para o Mg, não foi observado aumento da concentração do nutriente no solo, porém, vale ressaltar que desde a implantação do experimento, quando a concentração de magnésio já se encontrava dentro da faixa de classificação adequada (camada de 0-0,20 m) por RAIJ et al. (1997), durante as quatro análises posteriores dezembro de 2007, 2008, 2009 e 2010 (Tabelas 8, 12, 16 e 20, respectivamente) esse macronutriente esteve na classe de interpretação alta, mesmo com o solo apresentando

diminuição do pH. Vale ressaltar, ainda, que as operações de poda em pomares de goiabeiras adultas são comuns, especialmente podas drásticas, que reduzem expressivamente o volume da parte aérea (40 a 60%), ou seja, cerca de 24,5 kg de material fresco por planta (7,8 kg de folhas; 2 kg de ramos e 14,7 kg de galhos e frutos pequenos) permanecem no pomar, contribuindo com a ciclagem de nutrientes (NATALE, 1997). CESARIN et al. (2010) verificaram que os subprodutos da poda da goiabeira incrementaram as concentrações dos cátions básicos no solo, dentre os quais o Mg.

NATALE (1993) cita que a goiabeira é bastante responsiva ao nitrogênio, tendo verificado resultados significativos e positivos com a aplicação de adubos minerais nitrogenados durante três anos consecutivos. Logo, apesar da primeira análise foliar (Tabela 24) não apontar alterações significativas no teor foliar de N em função das doses do subproduto, as demais análises (Tabelas 25 a 29) confirmaram a elevação dos teores desse macronutriente em função da aplicação do subproduto da indústria processadora de goiabas, ratificando os resultados obtidos por MANTOVANI et al. (2004).

É importante acrescentar, ainda, que os teores foliares de P e B foram superiores quando se utilizou o subproduto, em comparação com a adubação mineral. Afinal, a matéria orgânica é fonte de ambos os elementos.

Com o incremento das doses do subproduto houve aumento das concentrações de fósforo no solo ao longo dos anos, conforme foi observado nas Tabelas 8, 12, 16, 20 e 22 e Figuras 1, 6, 14, 21 e 23. Entretanto, isso não refletiu nas plantas. NATALE et al. (2001) observaram, em experimento de campo conduzido por três anos consecutivos, que goiabeiras adultas são pouco responsivas à adubação com P.

Devido ao fator poda, juntamente com o manejo da irrigação e da adubação do pomar (cultivo comercial), podem ser obtidas até três colheitas de frutos em dois anos. Houve assim, importantes modificações no sistema de manejo da cultura com a adoção de práticas como a poda de frutificação e a irrigação, alterando o ciclo natural das

goiabeiras e, conseqüentemente, a época de produção. Desse modo, os cuidados com a nutrição devem ser ainda maiores, visto a grande demanda das plantas por nutrientes para a renovação da parte vegetativa e, ainda, devido à maior exportação de elementos pelos frutos, não permanecendo a produção escalonada à aplicação do subproduto. Tal efeito será positivo nas avaliações, permitindo melhor diagnóstico do estado nutricional das plantas e, também, da produção. Segundo PIZZA JÚNIOR (1994), uma das vantagens da poda é evitar a alternância de safras, bem como permitir a distribuição mais homogênea dos frutos na planta.

De maneira geral o aumento das quantidades aplicadas do subproduto incrementou os teores foliares de N, Mg e Mn. Os teores foliares de P e B foram superiores quando utilizado o subproduto em comparação com a adubação mineral.

4.2.2. Índice SPAD

4.2.2.1. Índice SPAD referente a maio de 2007

A partir da segunda amostragem de folhas (maio de 2007), foi realizada a leitura SPAD, observando-se resultado significativo para este índice, em função das doses de subproduto aplicadas (Tabela 30 e Figura 43). Encontrou-se, também, significância para o teor de N foliar na mesma amostragem (maio de 2007 – Figura 24) estabelecendo-se a correlação entre a leitura SPAD e o teor foliar de N, obtendo-se resultado significativo e positivo a 5% de probabilidade, com coeficiente de correlação de 0,92 (Figura 44). A intensidade da cor, detectada pelo clorofilômetro, tem relação direta com o conteúdo de nitrogênio nas folhas, refletindo o estado nutricional da planta nesse elemento. A relação é atribuída ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas estão associados aos cloroplastos (ARGENTA et al., 2001). Segundo BUZETTI et al. (2008), a medida indireta da clorofila é uma técnica promissora para fornecer subsídios à recomendação

de adubação nitrogenada às culturas. Mesmo não tendo sido verificado efeito das doses do subproduto sobre o teor foliar de magnésio na mesma amostragem (maio de 2007 – Tabela 25), realizou-se a correlação entre o Mg e o índice SPAD, sendo esta também significativa (Figura 45). Dentre as funções do magnésio, a mais conhecida é a de compor a molécula da clorofila, que são porfirinas magnesianas (FAQUIN, 2005).

Tabela 30. Resumo da análise de variância do índice SPAD na amostragem de folhas realizada em maio de 2007

Doses, t ha⁻¹	Índice SPAD
0	46,5
9	50,5
18	51,3
27	52,5
36	53,3
Efeito	L**
Semente Moída (SM) - média	50,8
Semente Fresca (SF)	51,6
Recomendação Mineral (RM)	52,1
Contraste	Valor F
RM vs (SF+SM)	1,62 ^{ns}
SF vs SM	0,95 ^{ns}
CV (%)	4,1

^{ns} e ** - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente. L – linear.

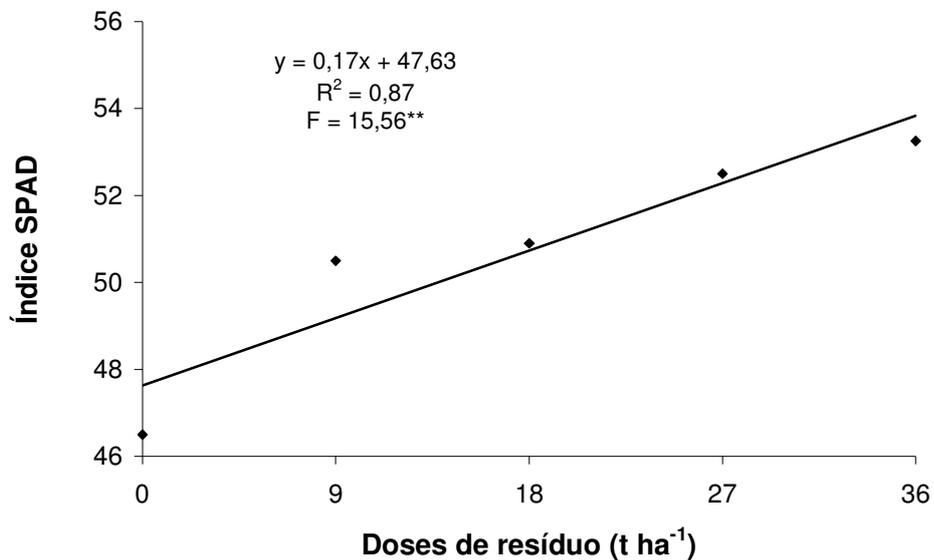


Figura 43. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o índice SPAD (maio de 2007), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

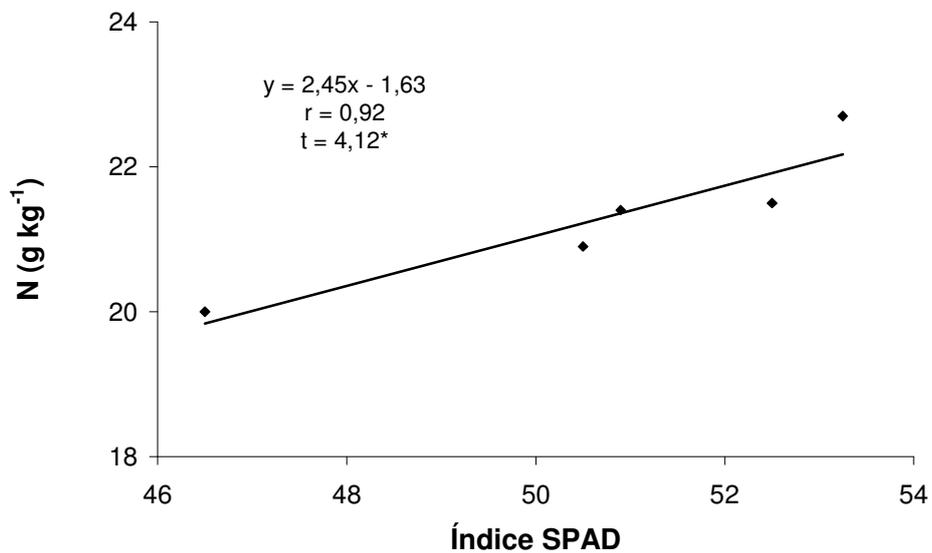


Figura 44. Correlação entre o teor foliar de N e o índice SPAD (maio de 2007), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

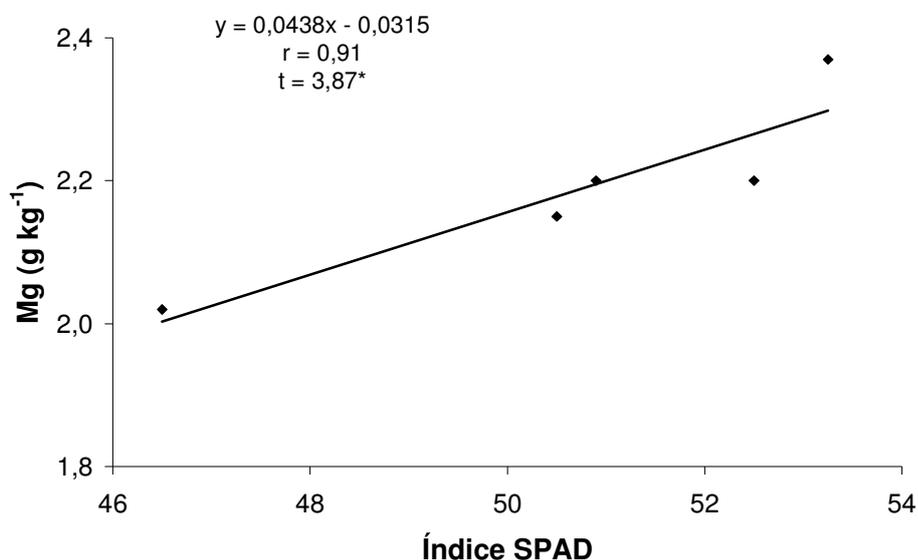


Figura 45. Correlação entre o teor foliar de Mg e o índice SPAD (maio de 2007), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

4.2.2.2. Índice SPAD referente a novembro de 2007

Na terceira amostragem de folhas (novembro de 2007), também foi realizada a leitura SPAD. Na Tabela 31 está apresentado o resumo da análise de variância. Para a análise de contrastes verifica-se que houve resultado significativo para a primeira comparação, ou seja, entre a adubação mineral e a orgânica, sendo que a fertilização mineral proporcionou maior índice SPAD. Tal resposta já era esperada devido à diferença encontrada na análise de contraste para o teor de N (Tabela 26), em que a recomendação mineral proporcionou maior teor de nitrogênio em relação à orgânica.

Tabela 31. Resumo da análise de variância do índice SPAD na amostragem de folhas realizada em novembro de 2007

Doses, t ha⁻¹	Índice SPAD
0	39,3**
9	42,0
18	42,8
27	45,0
36	47,0
Efeito	L**
Semente Moída (SM) - média	43,2
Semente Fresca (SF)	43,8
Recomendação Mineral (RM)	46,4
Contraste	Valor F
RM vs (SF + SM)	13,20**
SF vs SM	0,45 ^{ns}
CV (%)	3,6

^{ns} e ** - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente. L – linear.

Em relação à análise de regressão, houve, também, resultado significativo, com resposta linear crescente em função do aumento das doses do subproduto (Figura 46). Devido aos resultados significativos para os teores de N e Mg na mesma análise foliar (Tabela 26) estabeleceu-se a correlação entre o teor de N e de Mg nas folhas de goiabeira, com a leitura SPAD, sendo as mesmas altamente significativas, conforme pode ser observado nas Figuras 47 e 48.

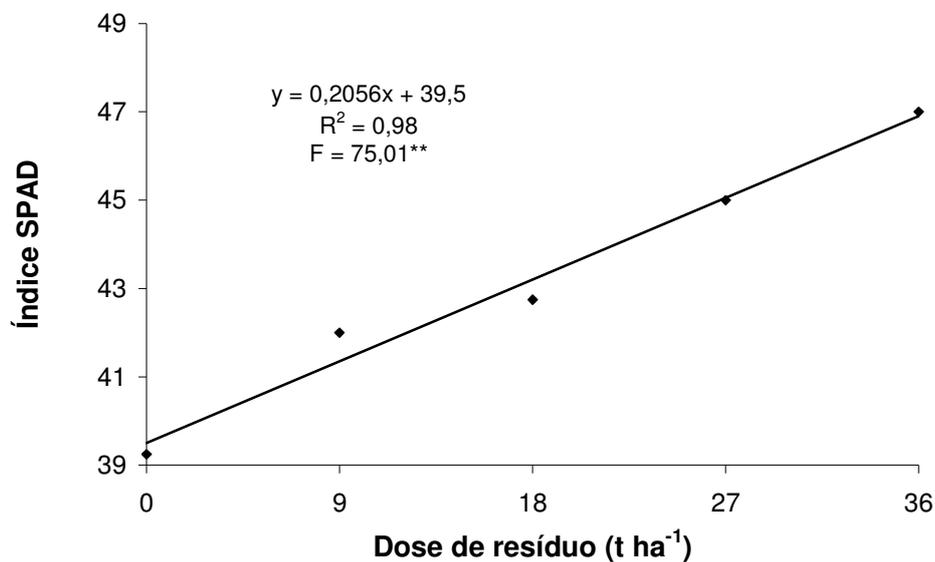


Figura 46. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o índice SPAD (novembro de 2007), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

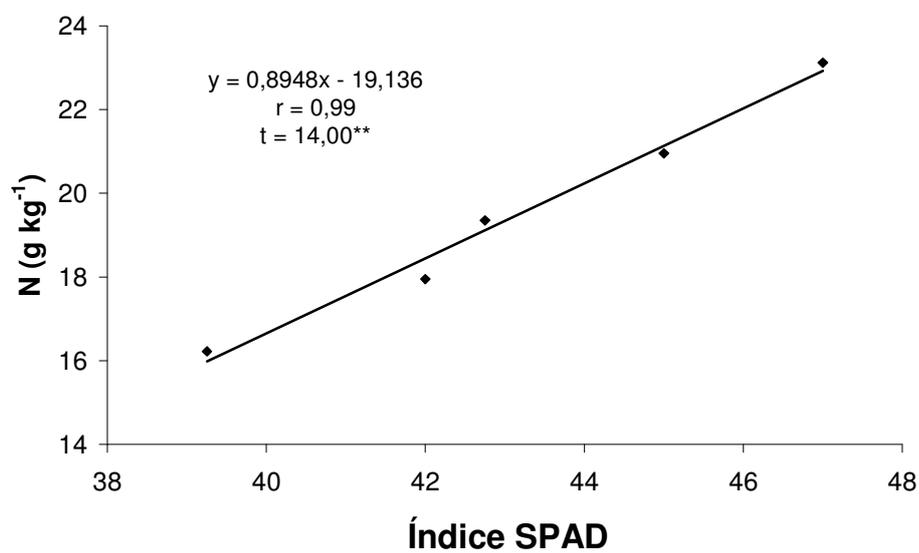


Figura 47. Correlação entre o teor foliar de N e o índice SPAD (novembro de 2007), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

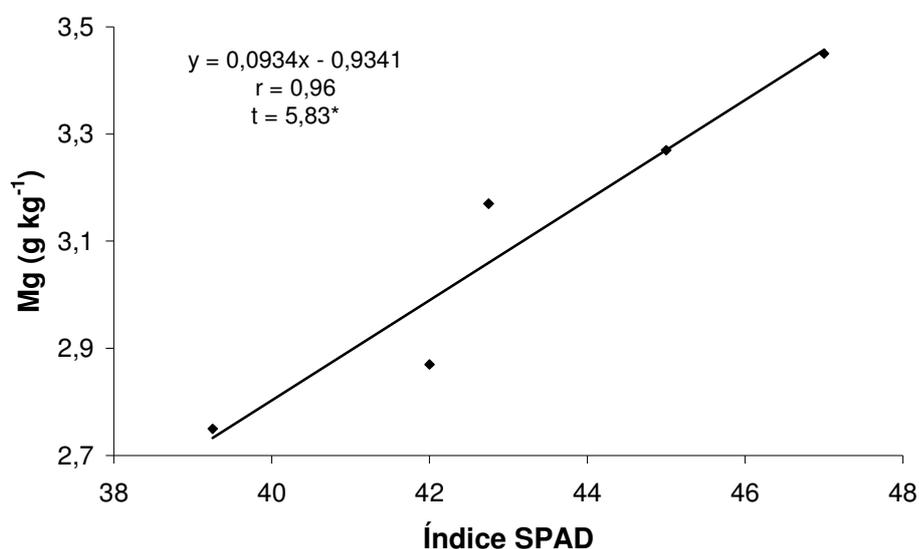


Figura 48. Correlação entre o teor foliar de Mg e o índice SPAD (novembro de 2007), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

4.2.2.3. Índice SPAD referente a setembro de 2008

A terceira leitura SPAD foi realizada em setembro de 2008 (Tabela 32), obtendo-se resultado significativo apenas em função das doses do subproduto, sendo, novamente, o melhor modelo ajustado aos dados o linear crescente (Figura 49). Simultaneamente, realizou-se a correlação entre a leitura SPAD e os teores de N e Mg nas folhas das goiabeiras, sendo estas significativas e apresentadas nas Figuras 50 e 51, respectivamente.

Tabela 32. Resumo da análise de variância do índice SPAD na amostragem de folhas realizada em setembro de 2008

Doses, t ha⁻¹	Índice SPAD
0	41,7
9	42,6
18	43,6
27	45,4
36	47,0
Efeito	L**
Semente Moída (SM) - média	44,1
Semente Fresca (SF)	45,4
Recomendação Mineral (RM)	45,5
Contraste	Valor F
RM vs (SF+SM)	2,65 ^{ns}
SF vs SM	3,05 ^{ns}
CV (%)	3,4

^{ns} e ** - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente. L – linear.

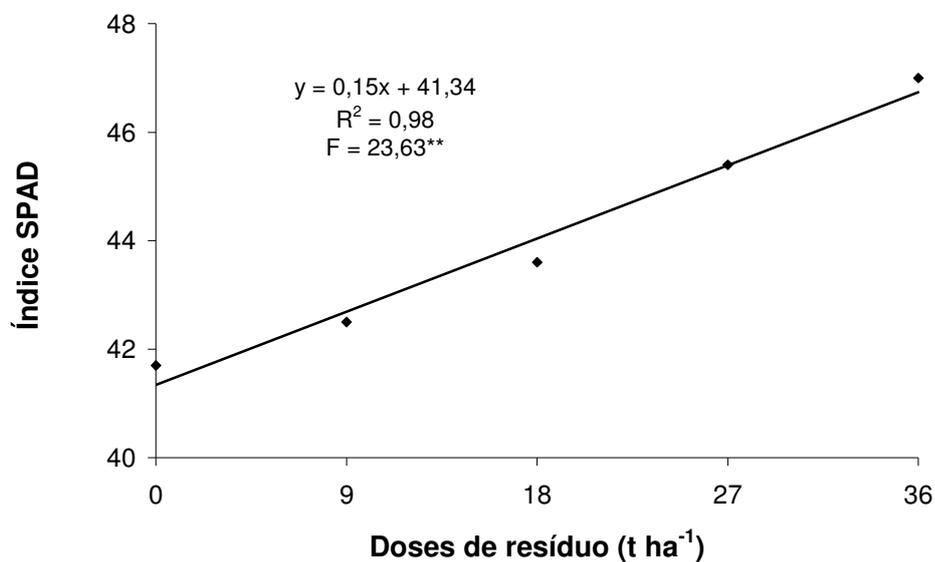


Figura 49. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o índice SPAD, em pomar de goiabeiras (setembro de 2008), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

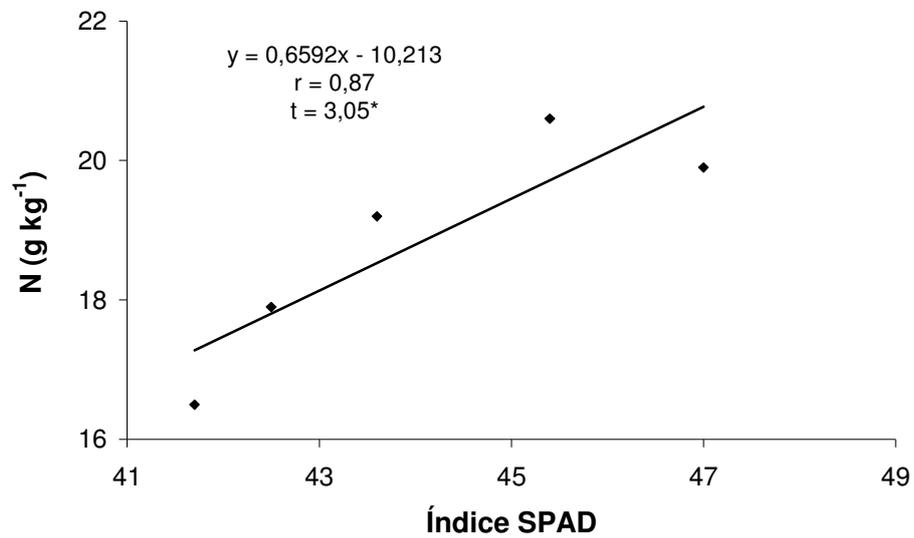


Figura 50. Correlação entre o teor foliar de N nas folhas de goiabeiras e o índice SPAD, em pomar de goiabeiras (setembro de 2008). * - Significativo a 5%.

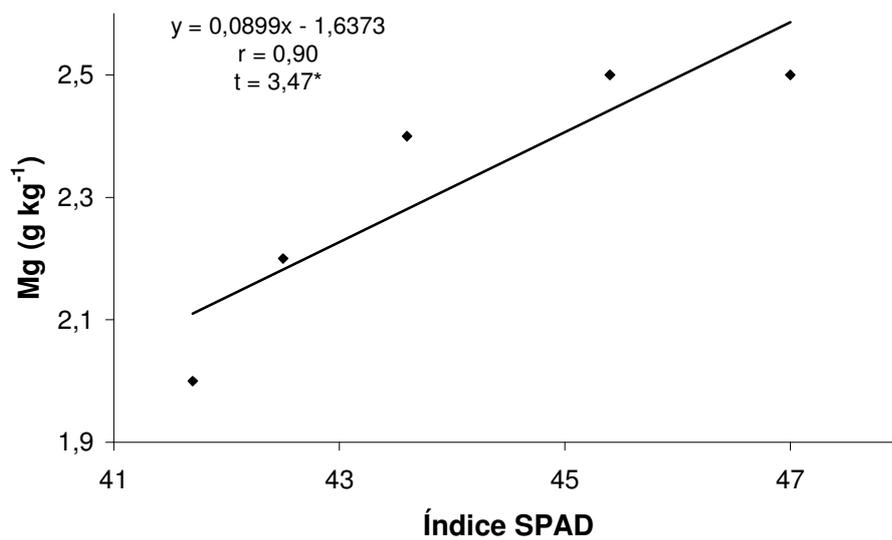


Figura 51. Correlação entre o teor foliar de Mg e o índice SPAD, em pomar de goiabeiras (setembro de 2008). * - Significativo a 5%.

A relação observada entre os teores de N nas folhas e o índice SPAD é justificada pela participação do nitrogênio nos cloroplastos do tecido vegetal, conferindo-lhe a coloração verde. Assim, a intensidade dessa cor, detectada pelo clorofilômetro, tem relação direta com o conteúdo de nitrogênio, refletindo o estado nutricional da planta nesse elemento. A relação é atribuída ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas estão associados aos cloroplastos (ARGENTA et al., 2001).

Em frutíferas perenes, como mangueiras, goiabeiras, tangerineiras e videiras, SHAAHAN et al. (1999) concluíram que o clorofilômetro mostrou-se uma ferramenta simples e rápida para estabelecer o estado nutricional de nitrogênio, em condições de campo, na Índia. No entanto, em trabalhos com espécies ornamentais MARTÍN et al. (2007) concluíram que a utilização do índice SPAD não foi um método eficiente para mensurar o estado nutricional em N.

No presente estudo, verifica-se que os resultados obtidos na análise foliar em N apresentaram comportamento semelhante para SPAD, ou seja, houve incremento da leitura com as doses aplicadas de subproduto moído.

4.2.2.4. Índice SPAD referente a julho de 2009

O resumo da análise de variância na determinação do índice SPAD está apresentado na Tabela 33. Observa-se que não houve resultado significativo para a análise de contraste (Tabela 33). No entanto, para o índice SPAD, em função da aplicação de doses do subproduto moído houve resultado positivo, sendo que o melhor modelo de resposta foi o linear crescente (Figura 52).

Tabela 33. Resumo da análise de variância do índice SPAD na amostragem de folhas realizada em julho de 2009

Doses, t ha⁻¹	Índice SPAD
0	43,5
9	44,0
18	43,5
27	45,5
36	47,8
Efeito	L^{**}
Sementes Moídas (SM) – média	44,9
Sementes Frescas (SF)	45,3
Recomendação Mineral (RM)	45,5
Contraste	Valor F
RM vs (SF+SM)	0,63 ^{ns}
SF vs SM	0,28 ^{ns}
CV (%)	3,0

^{ns} e ^{**} - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente. L – linear.

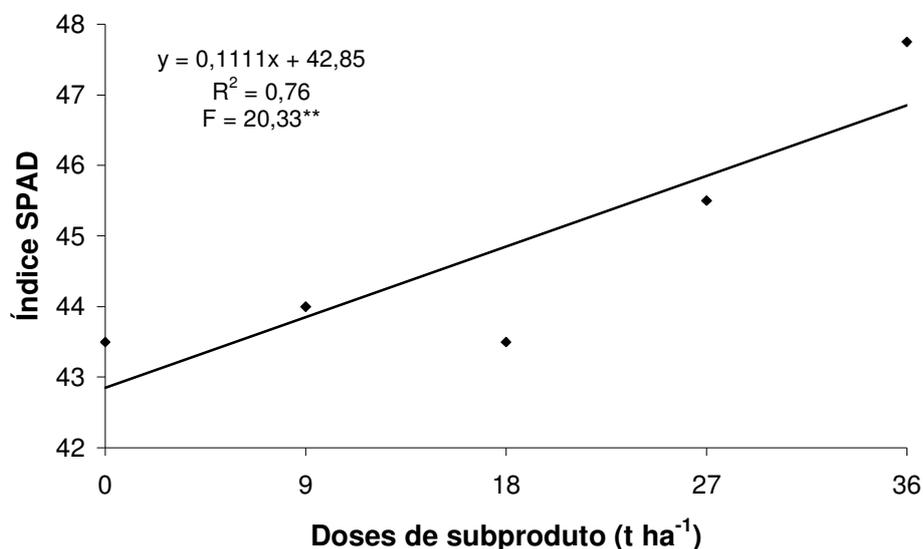


Figura 52. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o índice SPAD (julho de 2009), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

Assim como realizado na última coleta de folhas (setembro de 2008), novamente buscou-se correlacionar os dados do índice SPAD com o teor de N, porém, para esta análise, a correlação não foi significativa. Tal resultado pode ser justificado pelo fato de o teor referente à maior dose aplicada ter apresentado valor inferior, ou seja, menor em relação à dose de 27 t ha⁻¹, mas, não a ponto de afetar a tendência da reta (linear crescente) (Figura 40). Entretanto, quando se correlacionou o teor de Mg com o índice SPAD, o resultado foi significativo e positivo (Figura 53).

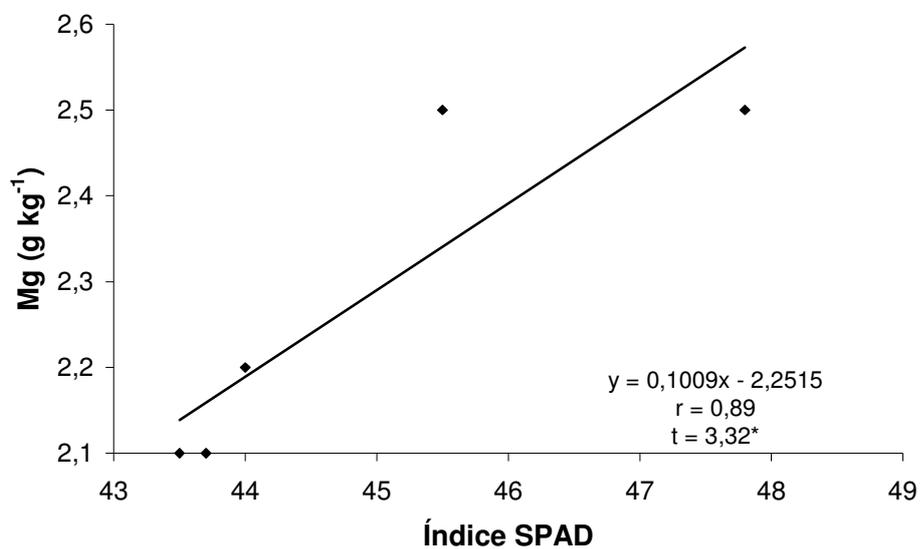


Figura 53. Correlação entre o teor foliar de Mg e o índice SPAD (julho de 2009), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

4.2.2.5. Índice SPAD referente a março de 2010

Na Tabela 34 está apresentado o resumo da análise de variância para a determinação do índice SPAD na análise de março de 2010. Para a análise de contraste não foi constatado resultado significativo para as comparações efetuadas, sendo que o mesmo resultado foi obtido para a análise foliar em N (Tabela 29).

Tabela 34. Resumo da análise de variância do índice SPAD na amostragem de folhas realizada em março de 2010

Doses, t ha⁻¹	Índice SPAD
0	43,2
9	45,0
18	45,2
27	46,7
36	46,3
Efeito	L^{**}
Sementes Moídas (SM) – média	45,3
Sementes Frescas (SF)	44,5
Recomendação Mineral (RM)	45,8
Contraste	Valor F
RM vs (SF + SM)	0,81 ^{ns}
SF vs SM	1,29 ^{ns}
CV (%)	2,8

^{ns} e ^{**} - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente. L – linear.

Para a análise de regressão houve significância, sendo o melhor modelo o linear crescente (Figura 54). Assim como verificado nas análises anteriores, a aplicação de doses crescentes do subproduto incrementou o índice SPAD, como observado, também, para o teor de N. Assim, realizou-se a correlação entre o índice SPAD e os teores de N e de Mg, havendo resultado positivo e significativo apenas para a correlação com o N (Figura 55).

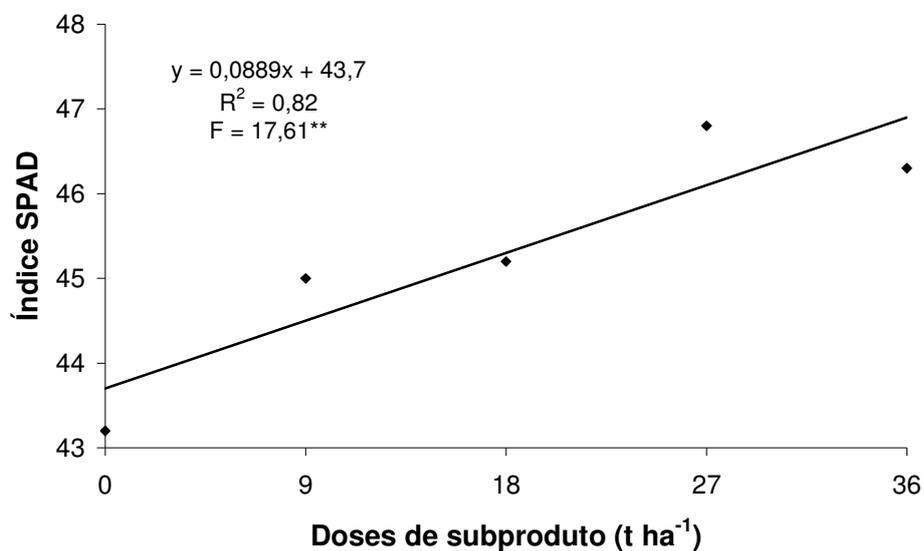


Figura 54. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o índice SPAD (março de 2010), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

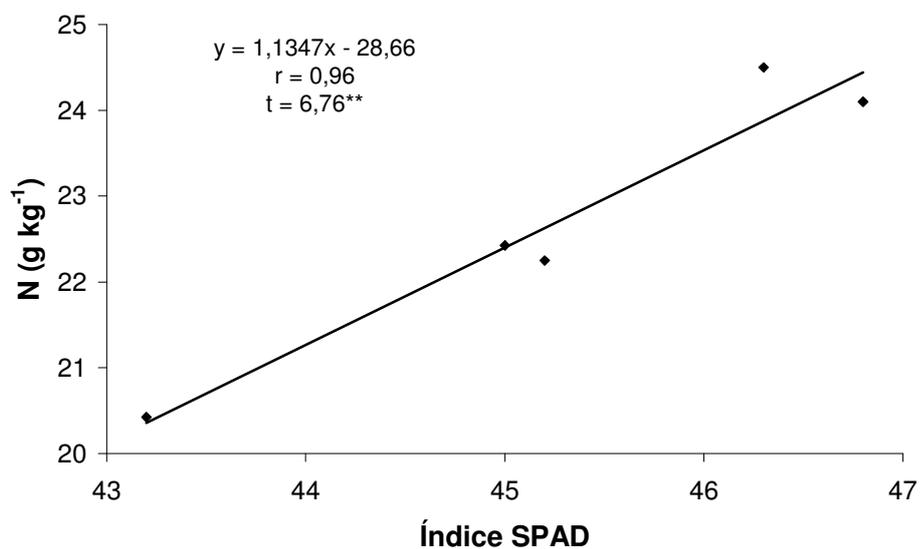


Figura 55. Correlação entre o teor foliar de N e o índice SPAD (março de 2010), em pomar de goiabeiras. ** - Significativo a 1%.

Os resultados apresentados mostram que o índice SPAD pode ser um bom indicativo do estado nutricional da goiabeira em N, visto que em todas as análises realizadas houve incremento do índice com a elevação das doses do subproduto aplicadas. Os resultados foram significativos, tanto para nitrogênio quanto para magnésio, também na maioria das correlações efetuadas.

Segundo FONTES & ARAÚJO (2007) a época de determinação do índice SPAD deve ser definida de acordo com a frequência de aplicação de nitrogênio à cultura. No presente estudo considerou-se a mesma época de amostragem para a diagnose foliar, bem como o mesmo par de folhas coletadas para goiabeiras adultas, seguindo as indicações de NATALE et al. (1996).

MALAVOLTA et al. (1997) citam que dentre as vantagens de empregar o método indireto de determinação da clorofila estão: o teor de N adequado não é afetado pelo consumo de luxo do elemento; não há necessidade de enviar a amostra de folhas ao laboratório; o agricultor ou o técnico podem realizar a medição quantas vezes for necessário sem destruir a folha; e, o monitoramento do verde pode sinalizar a aproximação de uma deficiência de N com precocidade suficiente para que a correção seja realizada sem prejudicar a produção.

De maneira geral a aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas promoveu aumento dos valores SPAD.

4.2.3. Análise de clorofila

4.2.3.1. Análise de clorofila referente a julho de 2009

O resumo da análise de variância das determinações de clorofila é apresentado na Tabela 35. Para a análise da clorofila *a*, *b* e *total*, a comparação entre a semente fresca e a moída apresentou resultado significativo, sendo que o subproduto triturado

apresentou maior valor nos três casos. Por outro lado, em função das doses crescentes do subproduto da indústria processadora de goiabas, houve resultado positivo para clorofila *a* e *b*, sendo que em ambos os casos o melhor modelo de resposta foi o linear crescente (Figuras 56 e 57, respectivamente). Para a relação clorofila *a/b* não houve significância na análise de contrastes ou de regressão.

Tabela 35. Resumo da análise de variância da análise de clorofila na amostragem de folhas realizada em julho de 2009

Doses	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila total	Relação Clorofila <i>a/b</i>
t ha⁻¹	----- mg g ⁻¹ massa fresca -----			
0	0,85	0,73	2,14	1,15
9	0,97	0,82	2,30	1,17
18	0,99	0,85	2,27	1,16
27	0,87	0,74	1,99	1,17
36	1,13	0,94	2,49	1,19
Efeito	L*	L*	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	0,96	0,82	2,24	1,17
Sementes Frescas (SF)	0,84	0,72	1,90	1,15
Recomendação Mineral (RM)	0,99	0,86	2,28	1,15
Contraste	----- Valor F -----			
RM vs (SF+SM)	0,91 ^{ns}	2,01 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,24 ^{ns}
SF vs SM	5,62*	5,03*	6,32*	0,34 ^{ns}
CV (%)	10,1	9,4	11,1	5,2

^{ns} e * - Não significativo e significativo a 5%, respectivamente.

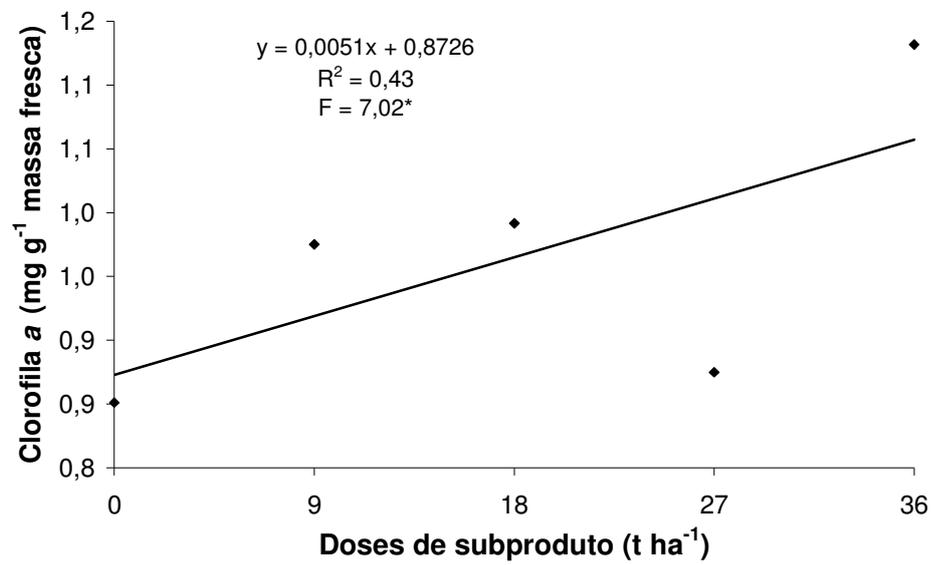


Figura 56. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a clorofila *a* (julho de 2009), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

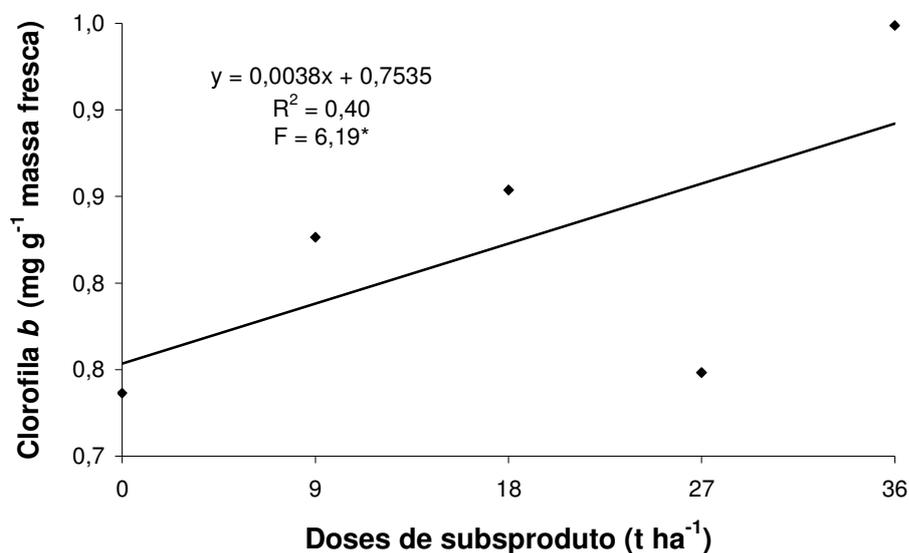


Figura 57. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a clorofila *b* (julho de 2009), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

A fotoquímica da fotossíntese só ocorre se houver pigmentos nas folhas que consigam interagir com a radiação fotossinteticamente ativa (radiação com comprimentos de onda entre 400 nm, luz azul, e 700 nm, luz vermelha). Os principais pigmentos que absorvem a radiação fotossinteticamente ativa são as clorofilas “*a*” e “*b*”. Estes pigmentos são verdes, portanto não absorvem (mas refletem) a maior parte da radiação com comprimentos de onda na região do verde (entre 500 e 600 nm) (PRADO & CASALI, 2006).

Da mesma maneira que foi feita a correlação entre os teores de N e Mg nas folhas com o índice SPAD, realizou-se, também, as seguintes correlações: teor de N vs. clorofila *a*, *b*, *total* e relação *a/b*; teor de Mg vs. clorofila *a*, *b*, *total* e relação *a/b*; Índice SPAD vs. clorofila *a*, *b*, *total* e relação *a/b*. Não foram encontrados resultados significativos para as correlações entre a clorofila e os teores de N e Mg; já para o

índice SPAD, houve correlação positiva e significativa entre este índice e a relação clorofila *a/b* (Figura 58).

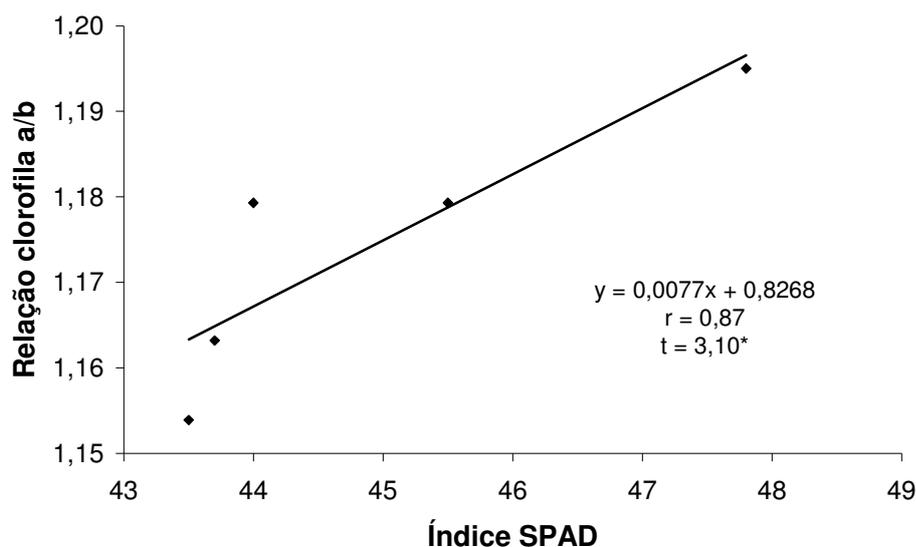


Figura 58. Correlação entre a relação clorofila *a/b* e o índice SPAD (julho de 2009), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

CANAL et al. (2008) avaliaram a caracterização dos teores de clorofila de quatro cultivares de limão verdadeiro, através da composição dos pigmentos fotossintetizantes. Os autores citam que os teores de clorofila total e a relação clorofila *a/b* indicam um possível estresse nutricional ou de luminosidade. Em estudo de efeitos da omissão de nutrientes sobre pigmentos fotossintetizantes, MOURA et al. (2009) constataram que, com a omissão de N e K em mudas de pinhão manso, houve redução de 42% no teor de clorofila *a*. Na avaliação de diferentes omissões de NPK em espécie florestal, FREITAS (2009) constatou que os teores de clorofila e carotenóides foram reduzidos; segundo o autor esse resultado se deve, possivelmente, ao fato dos nutrientes serem fundamentais na formação dos pigmentos clorofilianos da planta e, principalmente, devido ao nitrogênio ser componente estrutural das moléculas de clorofila.

Segundo ALMEIDA et al. (2005), plantas cultivadas em pleno sol apresentam maior relação clorofila *a/b*; em ambientes sombreados, há tendência de maior teor de clorofila *b*.

Plantas que crescem sob vegetação densa apresentam concentração de nitrogênio proporcional à disponibilidade de radiação. Quanto maior a uniformidade de nitrogênio foliar maior será a eficiência de uso de N fotossintético. Dessa forma, plantas que crescem sob vegetação menos densa apresentam maior uniformidade de N foliar. As folhas jovens, em desenvolvimento no topo do dossel, estão expostas a intensidade plena de radiação e, conforme as mesmas se expandem, sombreiam as folhas abaixo. As folhas mais sombreadas realocam o nitrogênio para outras partes da planta. Assim, esse comportamento pode favorecer a senescência ou a incidência de doenças foliares em plantas com vegetação fechada ou em plantios adensados. O conteúdo de nitrogênio foliar decresce gradualmente e a disponibilidade de nutrientes diminui em relação às folhas que recebem sol, acelerando a senescência das mesmas. A taxa de saturação por luz também decresce durante o sombreamento (PONS & PEARCY, 1994). Portanto, o terceiro par de folhas de goiabeiras sombreado pode sofrer redução na respiração, no conteúdo de clorofila e nos fotossintatos e, conseqüentemente, o nitrogênio foliar decresce. Tal situação pode ocorrer, visto que a goiabeira é uma espécie com grande capacidade de regeneração, visto ser uma espécie que aceita bem o emprego da poda (ROZANE et al., 2009a).

A relação clorofila *a/b* está associada com a capacidade das plantas em maximizar a captura de luz em condições de maior sombreamento. O aumento da quantidade de clorofila *b*, em relação à clorofila *a*, estaria relacionada a uma maior proporção do fotossistema II, que é mais rico em clorofila *b* que *a*, em comparação como fotossistema I. Esse fato favorece a capacidade adaptativa das plantas a ambientes com pouca radiação (NAKAZONO et al., 2001; LIMA JÚNIOR et al., 2005).

Assim, os cuidados na amostragem de folhas tornam-se ainda mais importante, pois, além da influência da nutrição nitrogenada na formação de compostos

fotossintetizantes, a coleta de folhas, sendo estas sombreadas, pode predizer um estado nutricional inadequado da cultura.

Quando se análise o teor de nitrogênio em plantas, verifica-se que o N pode estar sendo absorvido em quantidades maiores do que as plantas necessitam (absorção de luxo). No caso da clorofila isto não ocorre, ou seja, a clorofila na planta atinge valores máximos, podendo indicar o ponto a partir do qual não há consumo de luxo de N (BLACKMER et al., 1994). Outro ponto a considerar é que quando há consumo de luxo o nitrogênio fica na forma de NO_3^- , o qual não é detectado pela análise de clorofila (RAMBO et al., 2004).

Analisando os resultados pode-se constatar que, de maneira geral, não há consumo de luxo nas plantas.

4.2.3.2. Análise de clorofila referente a março de 2010

Na Tabela 36 está apresentado o resumo da análise de variância para a determinação de clorofila em março de 2010. Nos contrastes, houve significância para a comparação realizada com a relação clorofila *a/b*, sendo que a aplicação do subproduto promoveu maiores valores que a adubação mineral. Na comparação entre semente fresca versus moída, para clorofila *a*, *b* e total, a semente triturada proporcionou maiores teores em relação à semente fresca; resultado semelhante já havia sido obtido na análise anterior (Tabela 35).

Tabela 36. Resumo da análise de variância da análise de clorofila na amostragem de folhas realizada em março de 2010

Doses	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila total	Relação Clorofila <i>a/b</i>
t ha⁻¹	----- mg g ⁻¹ massa fresca -----			
0	1,12 ^{ns}	0,49*	1,73 ^{ns}	2,28 ^{ns}
9	1,36	0,62	2,11	2,19
18	1,37	0,56	2,05	2,45
27	1,31	0,58	1,92	2,26
36	1,47	0,66	2,28	2,23
Efeito	ns	L*	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	1,33	0,58	2,02	2,29
Sementes Frescas (SF)	1,07	0,48	1,58	2,23
Recomendação Mineral (RM)	1,11	0,57	1,72	1,95
Contraste	----- Valor F -----			
RM vs (SF+SM)	2,58 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,35 ^{ns}	7,12*
SF vs SM	5,71*	7,98*	8,71*	0,67 ^{ns}
CV (%)	15,30	11,8	14,1	11,1

^{ns} e * - Não significativo e significativo a 5%, respectivamente. L – linear.

Para a análise de regressão, somente o teor de clorofila *b* sofreu influência dos tratamentos, sendo o melhor modelo de resposta o linear crescente, ou seja, aumento de clorofila com a elevação das doses do subproduto (Figura 59).

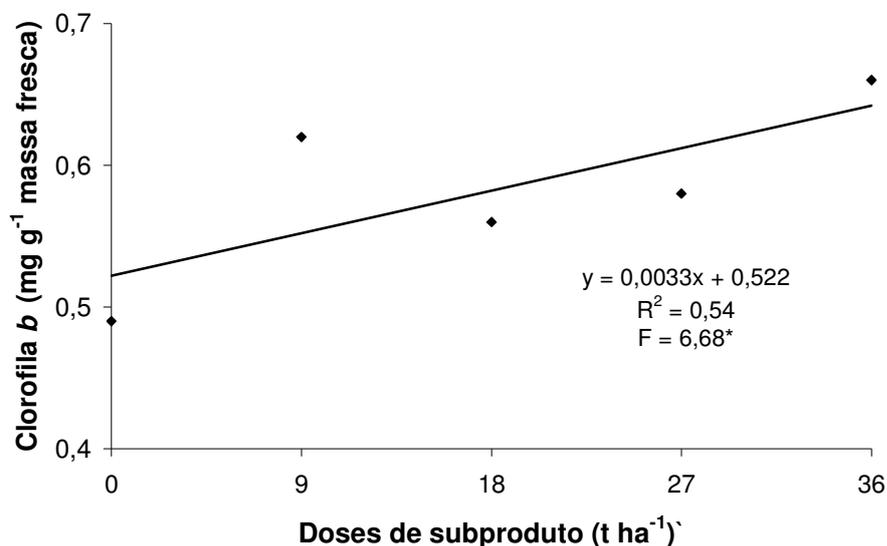


Figura 59. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a clorofila *b* (março de 2010), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

Os principais pigmentos especializados na captação da energia radiante são a clorofila *a* e a clorofila *b*, os quais estão associados com proteínas, sendo encontrados nos tilacóides, os quais são os sítios das reações da luz no processo de fotossíntese (PAIVA & OLIVEIRA, 2006).

Realizou-se, ainda, a correlação entre as variáveis medidas no fracionamento da clorofila e os teores de N e Mg foliar, bem como com o índice SPAD. Houve correlação positiva e significativa entre o teor de N foliar e o teor de clorofila *b* (Figura 60).

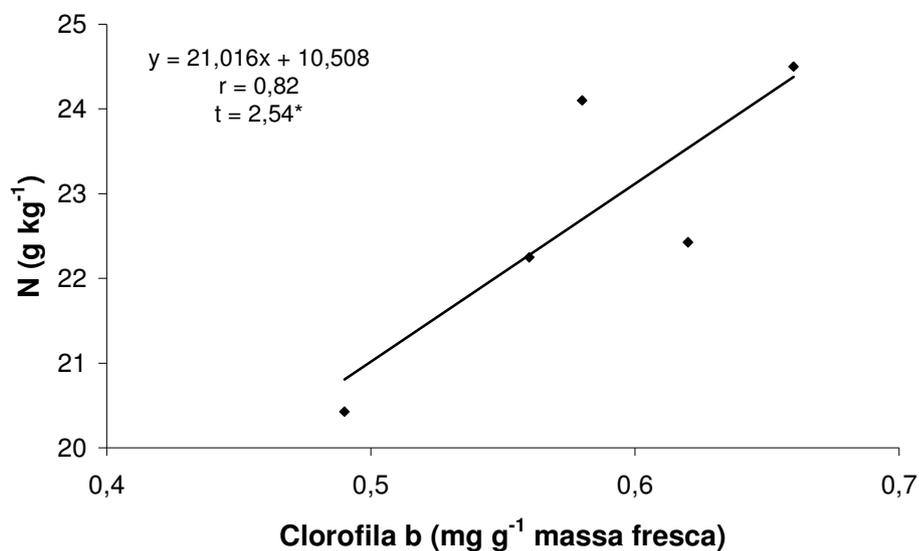


Figura 60. Correlação entre o teor foliar de N e o teor de clorofila *b* (março de 2010), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

Os dados apresentados indicam que o subproduto da indústria processadora de goiabas influenciou o índice SPAD e os teores de clorofila, podendo-se inferir que não houve consumo de luxo em N pelas plantas. Assim, os teores foliares de nitrogênio, os quais incrementaram com a elevação das doses do subproduto, foram traduzidos em melhoria do estado nutricional das goiabeiras.

A avaliação do estado nutricional das plantas, via diagnose foliar, caracterizou de maneira geral a influência da aplicação do subproduto, em especial com relação a nutrição nitrogenada (teor foliar de N, índice SPAD e teores de clorofila). Assim, pode-se inferir que basear as doses do experimento nos teores de N no subproduto, foi uma decisão acertada, visto que a goiabeira é responsiva ao nitrogênio.

4.3. Produção de frutos

4.3.1. Produção de frutos referente ao período dezembro de 2006 a fevereiro de 2007

A Tabela 37 apresenta o resumo da análise de variância dos efeitos dos tratamentos sobre a produção de goiabas, na primeira colheita (dezembro de 2006 a fevereiro de 2007). Não foram encontrados efeitos significativos dos tratamentos sobre a produção de frutos na primeira safra, tanto para contrastes, quanto para a análise de regressão.

Tabela 37. Resumo da análise de variância da produção de frutos das goiabeiras, na colheita realizada entre dezembro de 2006 e fevereiro de 2007

Doses	Produção
t ha⁻¹	t ha⁻¹
0	64,8
9	75,3
18	63,6
27	62,1
36	80,3
Efeito	ns
Semente Moída (SM) - média	69,2
Semente Fresca (SF)	70,7
Recomendação Mineral (RM)	70,5
Contraste	Valor F
RM vs (SF+SM)	0,11 ^{ns}
SF vs SM	0,19 ^{ns}
CV (%)	15,9

^{ns} - Não significativo.

Na primeira amostragem de solo, realizada após a primeira aplicação do subproduto, assim como na primeira análise foliar, não houve influência significativa dos

tratamentos no solo ou na planta. Desse modo, era de se esperar que também não houvesse efeitos sobre a produção de frutos. Afinal, as alterações se pronunciam primeiramente no solo, depois na planta (folhas) e por último na produção.

O estágio no qual se iniciou a condução do experimento (plantas adultas), aliado ao fato de ser a goiabeira uma planta perene e, acima de tudo, acumuladora de reservas (NATALE, 1993), indica que as experimentações envolvendo a adubação com frutíferas necessitam ser conduzidas e avaliadas em períodos relativamente longos. Além disso, deve-se considerar, ainda, que a adubação orgânica disponibiliza os nutrientes de maneira paulatina através a mineralização, ou seja, a liberação de nutrientes ocorre ao longo de um período maior de tempo do que a da adubação mineral. Assim, os efeitos nas diversas variáveis tendem a ocorrer após um período de transição, ou seja, uma planta que estava sendo nutrida com adubos minerais e passa a ter como fonte de nutrientes a adubação orgânica, deve ser avaliada ao longo dos anos.

4.3.2. Produção de frutos referente ao período de julho a setembro de 2007

Na segunda colheita de frutos das goiabeiras, também não foram verificados resultados significativos para os efeitos dos tratamentos, tanto para a análise de contraste, quanto para a análise de regressão (Tabela 38).

Tabela 38. Resumo da análise de variância da produção de frutos das goiabeiras, na colheita realizada entre julho e setembro de 2007

Doses	Produção
t ha⁻¹	t ha⁻¹
0	38,5
9	41,3
18	39,6
27	35,6
36	44,7
Efeito	ns
Semente Moída (SM) - média	39,9
Semente Fresca (SF)	37,8
Recomendação Mineral (RM)	37,4
Contraste	Valor F
RM vs (SF+SM)	0,30 ^{ns}
SF vs SM	0,25 ^{ns}
CV (%)	16,9

^{ns} - Não significativo.

As mesmas justificativas feitas no item anterior são válidas aqui. Na primeira amostragem de solo e de folhas também não houve resultados significativos em função dos tratamentos. Porém, para segunda amostragem de folhas houve significância. Por ser um ensaio de campo, com uma planta perene e, com material orgânico, há a necessidade de tempo para que os efeitos da adubação se pronunciem no solo, na planta e na produção de frutos.

4.3.3. Produção de frutos referente ao período de fevereiro a abril de 2008

Na terceira colheita de goiabas, realizada de fevereiro a abril de 2008, a produção de frutos apresentou efeitos significativos em função da aplicação do

subproduto (Tabela 39). Para a análise de contrastes, observa-se que houve diferenças na comparação entre os dois tipos de adubação, sendo que a adubação mineral proporcionou maior produção em relação à orgânica. Já na Figura 61, observa-se o comportamento linear crescente da produção de frutos à medida que se aumentam as doses de subproduto moído.

Tabela 39. Resumo da análise de variância da produção de frutos das goiabeiras, na colheita realizada entre fevereiro e abril de 2008

Doses	Produção
t ha⁻¹	t ha⁻¹
0	55,9*
9	66,9
18	61,6
27	67,8
36	68,8
Efeito	L*
Semente Moída (SM) - média	64,2
Semente Fresca (SF)	69,1
Recomendação Mineral (RM)	73,0
Contraste	Valor F
RM vs (SF+SM)	5,91*
SF vs SM	2,38 ^{ns}
CV (%)	9,9

^{ns} e * - Não significativo e significativo a 5 % de probabilidade, respectivamente. L – linear.

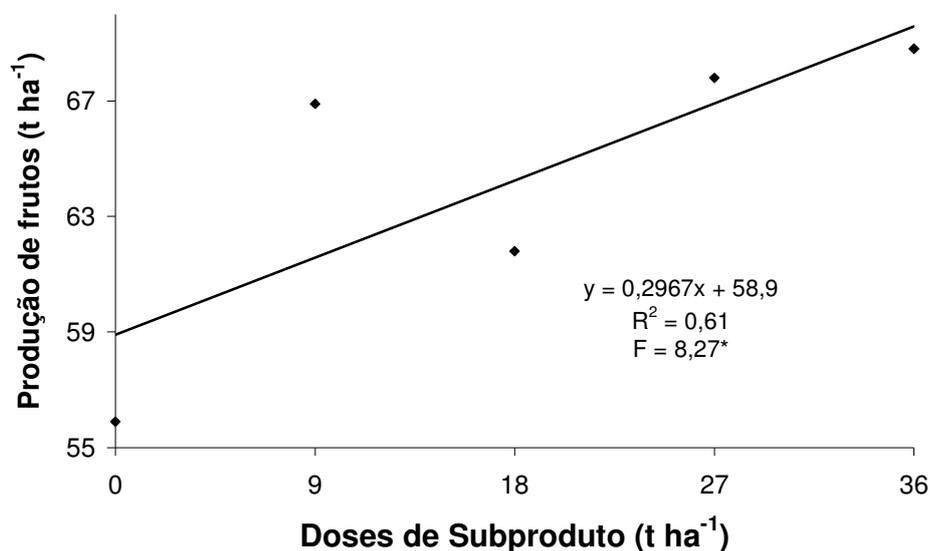


Figura 61. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a produção de frutos, em pomar de goiabeiras (colheita de fevereiro a abril de 2008). * - Significativo a 5%.

Assim como para a produção de frutos, também foi observado efeito significativo da aplicação do subproduto sobre a análise de solo na segunda amostragem (Tabela 9) e, sobre o teor de nutrientes nas folhas, também a partir da segunda amostragem (Tabela 25). Desse modo, como já comentado, os efeitos dos tratamentos ocorrem no solo, depois nas folhas e, em seguida, na produção de frutos.

Tendo em vista os efeitos significativos das doses do subproduto sobre a produção de frutos no terceiro ciclo de condução do experimento (Tabela 39), realizou-se o estudo de correlação entre a produção de goiabas e a leitura SPAD. Verifica-se estreita correlação entre os parâmetros avaliados ($r = 0,92$), conforme apresentado na Figura 62.

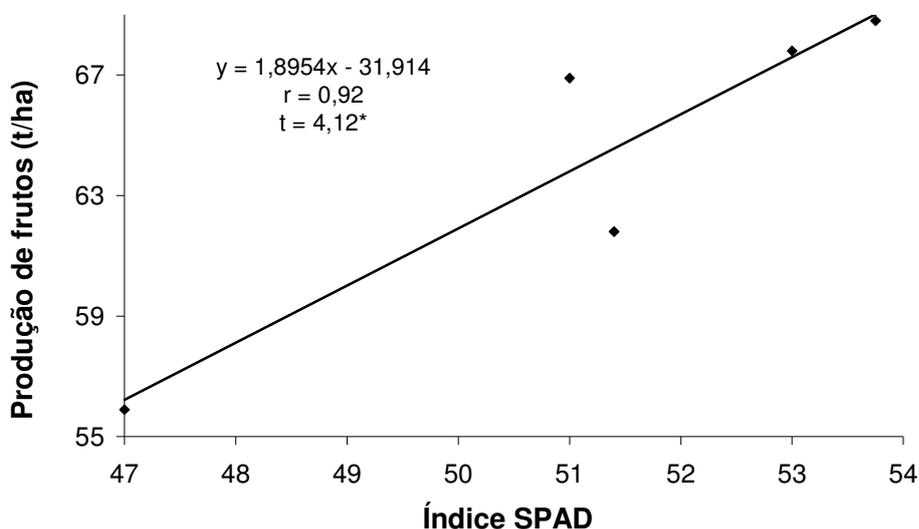


Figura 62. Correlação entre a leitura SPAD e a produção de frutos em pomar de goiabeiras (safra: fevereiro a abril de 2008). * - Significativo a 5%.

Para efeito de comparação, calculou-se o erro padrão da média para os valores dos tratamentos semente fresca e recomendação mineral, com o intuito de verificar qual a dose do subproduto moído proporcionaria os mesmos efeitos observados nestes dois tratamentos adicionais. Os erros padrão da média para sementes frescas e recomendação mineral foram 1,5 e 3,5 t ha⁻¹ de frutos, respectivamente, ou seja, uma variação entre 67,6 a 70,6 para semente fresca e, 69,5 a 76,5 t ha⁻¹ de frutos para adubação mineral, que se equivalem em comparação com as doses, em 29 t ha⁻¹ e, em 36 t ha⁻¹ para subproduto não moída e recomendação mineral, respectivamente.

Logo, a alteração do manejo da adubação (mineral para orgânica) necessita de tempo para que a planta possa expressar todo seu potencial produtivo, haja vista que a liberação de nutrientes do subproduto é gradativa, considerando que esta foi a primeira produção de frutos que evidenciou significância dos resultados.

4.3.4. Produção de frutos referente ao período de janeiro a março de 2009

No período de janeiro a março de 2009, foi colhida a quarta safra de frutos, sendo constatada significância, tanto para a análise de contraste quanto para as doses aplicadas do subproduto moído (Tabela 40). Novamente, na comparação entre a fertilização mineral e a orgânica, a primeira proporcionou maior produção de goiabas; resultado semelhante foi encontrado na colheita passada (Tabela 39). Para a análise de regressão, o melhor modelo de resposta foi o linear crescente, ou seja, aumento da produção de frutos em função da elevação das quantidades aplicadas de subproduto da indústria processadora de goiabas (Figura 63).

Tabela 40. Resumo da análise de variância da produção de frutos das goiabeiras, na colheita realizada entre janeiro a março de 2009

Doses	Produção
t ha⁻¹	t ha⁻¹
0	51,5
9	54,8
18	58,6
27	70,3
36	73,4
Efeito	L*
Semente Moída (SM) - média	61,7
Semente Fresca (SF)	67,3
Recomendação Mineral (RM)	72,8
Contraste	Valor F
RM vs (SF+SM)	7,78*
SF vs SM	2,24 ^{ns}
CV (%)	10,6

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L –

linear.

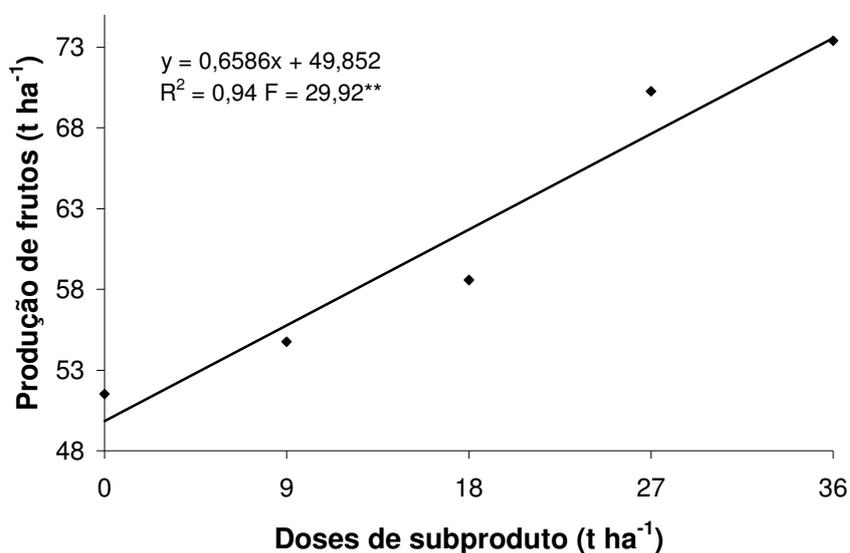


Figura 63. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a produção de frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

O nitrogênio foi o elemento base para a definição das doses do subproduto para compôr os tratamentos, tendo influenciado positivamente os teores de N na análise foliar anterior (Tabela 27 - setembro de 2008). Assim, da mesma maneira que na safra passada, realizou-se o estudo de correlação entre a produção de goiabas e o teor de N, bem como entre a produção de frutos e a leitura SPAD, verificando-se estreita correlação somente para esta última ($r = 0,98$), conforme apresentado na Figura 64.

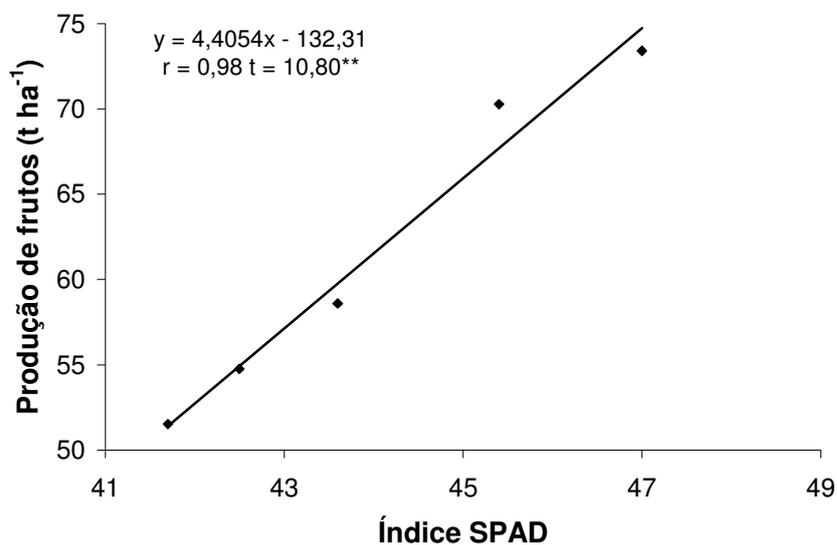


Figura 64. Correlação entre a leitura SPAD e a produção de frutos em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

Os resultados anteriores apontaram estreitas correlações entre o índice SPAD e o teor foliar de N, bem como entre o índice SPAD e a produção de goiabas, podendo-se inferir que as três variáveis apresentaram relação positiva e direta com os tratamentos empregados neste estudo. Segundo BUZETTI et al. (2008) a leitura SPAD tem como vantagens fornecer leituras rápidas e de baixo custo, além de se correlacionar com a produtividade, muitas vezes de forma mais significativa que o próprio teor de nitrogênio nas folhas.

O nitrogênio é o nutriente mais abundante no subproduto da indústria processadora de goiabas, sendo também o elemento mais caro em termos de custo fertilizante e, especialmente no caso de pomares de goiabeiras, é bastante demandado pelas plantas para atingir produtividades elevadas.

Devido à significância para a produção de frutos em função das doses, procedeu-se ao cálculo do erro padrão da média para os tratamentos adicionais, como

efetuado na safra anterior. Para sementes frescas e adubação mineral o valor do erro padrão da média foi 3,6 e 2,7 t ha⁻¹ de frutos, respectivamente, sendo a variação em torno da média de 63,7 a 70,9 para sementes não trituradas e 70,1 a 75,5 t ha⁻¹ de frutos para a fertilização mineral. Logo, para as sementes moídas se equipararem à produção de frutos obtida na dose de sementes não trituradas e a recomendação mineral seriam necessárias doses de 21 e 31 t ha⁻¹, respectivamente.

4.3.5. Produção de frutos referente ao período de novembro de 2009 a janeiro de 2010

A quinta produção de goiabas foi mensurada no período de novembro de 2009 a janeiro de 2010, cujo resumo da análise de variância está apresentado na Tabela 41. Verifica-se na análise de contrastes que houve resultado significativo para a comparação entre as sementes moídas e frescas, sendo que esta última proporcionou maior valor de produção. Com relação à análise de regressão, observa-se que houve efeito significativo das doses do subproduto sobre a produção de frutos, assim como ocorreu nas duas últimas safras, sendo o melhor modelo de resposta o linear crescente (Figura 65).

Tabela 41. Resumo da análise de variância da produção de frutos das goiabeiras, na colheita realizada entre novembro de 2009 a janeiro de 2010

Doses	Produção
t ha⁻¹	t ha⁻¹
0	59,3**
9	64,7
18	61,1
27	72,5
36	72,0
Efeito	L**
Sementes Moídas (SM) - média	65,9
Sementes Frescas (SF)	74,5
Recomendação Mineral (RM)	69,9
Contraste	Valor F
RM vs (SF+SM)	0,91 ^{ns}
SF vs SM	9,72**
CV (%)	7,4

^{ns} e ** - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente. L – linear.

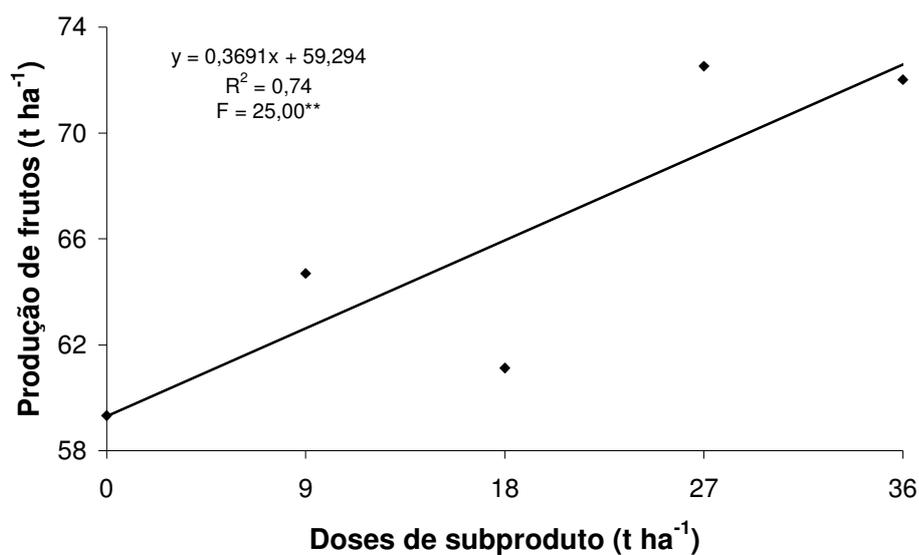


Figura 65. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a produção de frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: de novembro de 2009 a janeiro de 2010).

** - Significativo a 1%.

Como realizado para as colheitas anteriores, novamente procedeu-se à análise de correlação entre a produção de frutos e o índice SPAD e, entre a produção de frutos e o teor de N nas folhas. Não houve significância entre a produção de frutos e o índice SPAD; no entanto, para a produção de frutos e o teor de N o resultado foi significativo e positivo (Figura 66).

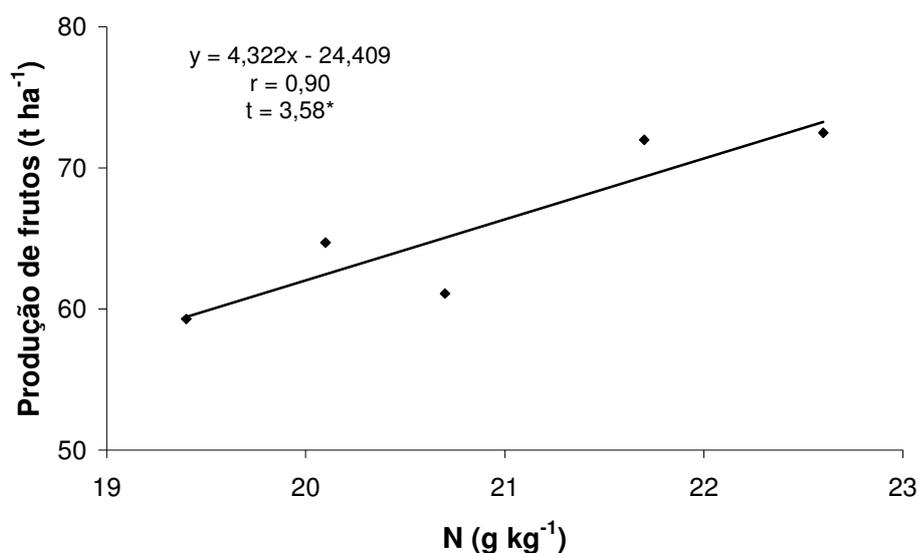


Figura 66. Correlação entre o teor foliar de N e a produção de frutos (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

Considerando os resultados apresentados nas Tabelas 28, 33 e 35, ou seja, os teores de N, os índices SPAD e os teores de clorofila (*a*, *b* e *total*), respectivamente,

verifica-se que não houve consumo de luxo de nitrogênio pelas plantas, visto que a produção de frutos no período foi linear crescente. Assim, pode-se inferir que a adubação orgânica empregada (em função das doses do subproduto moído) se traduziu em ganhos para a produção de goiabas.

O erro padrão da média dos tratamentos adicionais para sementes frescas e recomendação mineral foi de 2,1 e de 3,2 t ha⁻¹ de frutos, respectivamente, variando em torno da média de 72,1 a 76,6 para sementes não trituradas e 66,7 a 72,1 t ha⁻¹ de frutos para a fertilização mineral. Portanto, a fim de que as sementes moídas se equiparem aos efeitos da semente fresca e da adubação mineral seria necessário aplicar 34 e 20 t ha⁻¹, respectivamente. Vale salientar, que a dose padrão estabelecida para as sementes moídas, bem como para as sementes frescas foi baseada no teor de N no subproduto e, em uma produção estimada de 60 t ha⁻¹ de frutos, sendo este último critério, também para a recomendação mineral de adubos (NATALE et al., 1996).

4.3.6. Produção de frutos referente ao período de agosto a outubro de 2010

O resumo da análise de variância referente a produção de frutos, no período de agosto a outubro de 2010, está apresentado na Tabela 42. Para a análise de contrastes verifica-se resultado significativo para a comparação entre a recomendação mineral e a adubação orgânica, sendo que a adubação mineral promoveu maior produção de goiabas. A análise de regressão mostrou resultado significativo, cujo melhor modelo de resposta foi o linear crescente (Figura 67), ou seja, com o incremento das doses de subproduto houve aumento da produção.

Tabela 42. Resumo da análise de variância da produção de frutos das goiabeiras, na colheita realizada entre agosto a outubro de 2010

Doses	Produção
t ha⁻¹	t ha⁻¹
0	35,7
9	45,6
18	42,5
27	56,4
36	46,9
Efeito	L^{**}
Sementes Moídas (SM)	45,4
Sementes Frescas (SF)	46,5
Recomendação Mineral (RM)	52,3
Contraste	Valor F
RM vs (SF+SM)	7,17 ^{**}
SF vs SM	0,18 ^{ns}
CV (%)	9,9

^{ns} e ^{**} - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente. L

- linear.

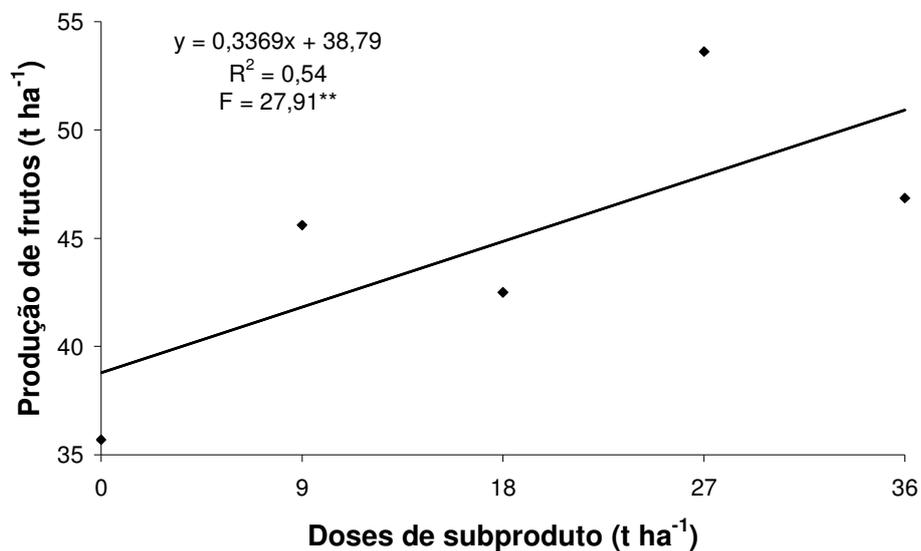


Figura 67. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a produção de frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). ** - Significativo a 1%.

Como realizado para as colheitas anteriores, novamente procedeu-se à análise de correlação entre a produção de frutos e o índice SPAD e, entre a produção de frutos e o teor de N nas folhas. Houve correlação significativa entre a produção de frutos e o índice SPAD (Figura 68); no entanto, para a produção de frutos e o teor de N não houve correlação. O mesmo resultado foi obtido na colheita de janeiro a março de 2009 (Figura 64).

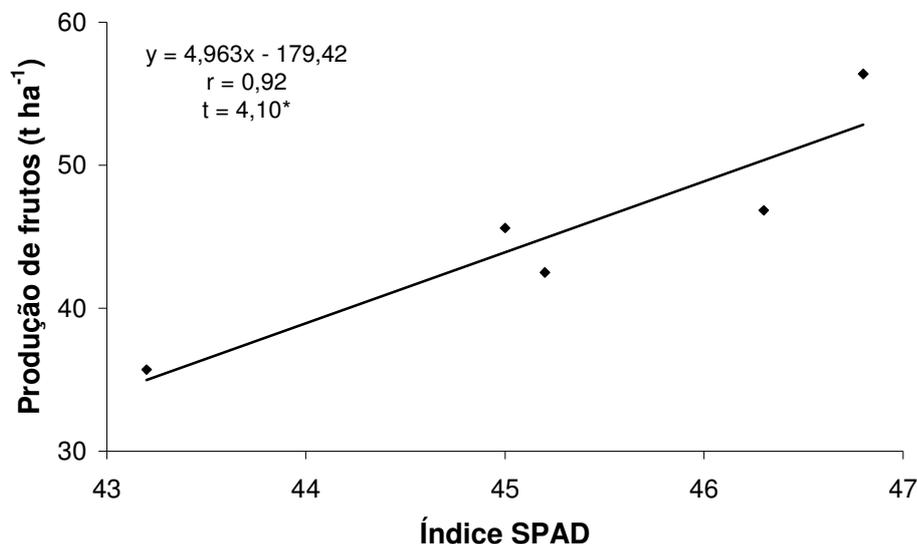


Figura 68. Correlação entre o teor foliar de N e a produção de frutos (colheita: agosto a outubro de 2010), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

LEAL et al. (2007) obtiveram boas correlações entre o teor foliar de nitrogênio e o índice SPAD e, entre o teor foliar de N e a produção de frutos, em ensaio de campo com adubação nitrogenada mineral, na cultura da carambola.

Os erros padrão da média dos tratamentos adicionais para sementes frescas e recomendação mineral foram 3,1 e 3,5 t ha⁻¹ de frutos, respectivamente, variando em torno da média de 43,4 a 49,6 para sementes não trituradas e 48,8 a 55,8 t ha⁻¹ de frutos para a fertilização mineral. Portanto, a fim de que as sementes moídas se equiparem aos efeitos da semente fresca e da adubação mineral seria necessário aplicar doses de sementes moídas de 14 e 30 t ha⁻¹, respectivamente.

Nos quatros últimos ciclos houve significância para a análise de regressão, sempre com resultados positivos e lineares, ou seja, as doses do subproduto moído incrementaram a produção de frutos. Com relação à análise de contrastes, quando se comparou a recomendação mineral com a adubação orgânica, houve diferenças na

terceira (Tabela 38), quarta (Tabela 39) e sexta (Tabela 42) avaliações, sendo que em todos os ciclos a produção de frutos foi superior quando as plantas receberam fertilizantes minerais. Na quinta (Tabela 40) avaliação houve diferença estatística para contrastes quando se comparou as sementes (moída versus não moída), de modo que a semente fresca proporcionou maior produção.

Vale ressaltar que, quando as safras ocorreram em épocas de clima mais ameno (apêndice), ou seja, no período de inverno, houve redução da produção de goiabas, independente do tratamento. Tal fato pode ser constatado na segunda (Tabela 38) e sexta (Tabela 42) safras, que foram colhidas em períodos em que as temperaturas eram mais baixas.

Com relação a temperatura, uma quantidade de calor suficiente, mas não excessiva é um pré-requisito básico para a vida e produtividade vegetal. Cada processo vital é ajustado dentro de uma faixa de temperatura, mas o ótimo crescimento só poderá ser alcançado se os diversos processos envolvidos no metabolismo da planta e no seu desenvolvimento estiverem em harmonia e coordenados entre si. Assim, a temperatura tem influência indireta sobre o crescimento, por meio do controle das taxas metabólicas, e efeito direto no desenvolvimento vegetal, via termoindução de processos, como germinação e florescimento (PAIVA & OLIVEIRA, 2007).

A quantidade de energia radiante que atinge a superfície da Terra depende de sua orientação com relação ao sol. O movimento de rotação da Terra determina a alternância entre o dia e a noite, entre horas de luz e horas de escuridão. Dentre as etapas do desenvolvimento, é o florescimento que, sem dúvida, mais sofre influências de alterações sazonais de fotoperíodo (PAIVA & OLIVEIRA, 2007).

Segundo SALAZAR et al. (2006) o número de graus dias necessários para o ciclo completo da goiabeira é de 1.712,4 graus dias e, após a etapa fenológica de abertura de 50% das flores são necessários 1.471,0 graus dias, sendo que esta é a época da coleta de folhas para avaliação do estado nutricional. Segundo os autores, a temperatura base é de 12 °C, para a ativação do metabolismo pela planta. Realizando a

comparação entre os teores foliares de N nas épocas que apresentaram menor produção, com aquelas de maiores safras, não se observa diferenças. De maneira semelhante, o índice SPAD também não apresentou alterações quando são comparadas as épocas. Porém, quando analisados os dois fracionamentos de clorofila, os quais foram realizados nas duas últimas safras, sendo que na primeira (quinta safra) os valores foram considerados adequados de produção de frutos e, na segunda avaliação (sexta safra) os valores foram menores, os teores da relação clorofila *a/b* destoaram. Na avaliação das épocas, com a produção com valores considerados satisfatórios, a relação de clorofila *a/b* foi praticamente o dobro, quando comparada com época de produção de frutos com valores menores, podendo indicar que os pigmentos especializados na captação da energia radiante estejam mais ativos, pois os mesmos atuam na fotossíntese. Logo, a análise de clorofila seria mais sensível a alterações abióticas que os teores foliares ou a medida indireta de clorofila (índice SPAD). Ressalta-se, ainda, que a goiabeira é uma planta que aceita bem o manejo da poda, a qual incide diretamente sobre o ciclo da cultura, possibilitando a colheita de frutos ao longo de todo o ano, quando realizada de maneira intercalada (ROZANE et al, 2009a).

Em mangueiras, baixas temperaturas causam a produção de polens anormais (CASTRO NETO & CUNHA, 2000), conseqüentemente diminuindo a polinização e a produção de frutos. De maneira análoga, tal efeito também pode estar associado às menores produções observadas nas épocas mais amenas para as goiabeiras.

Portanto, mesmo não sendo objetivo deste estudo, a possível explicação para as diferenças de produções no inverno, seja a associação destes fatores (poda, temperatura e radiação).

De maneira geral, a aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas promoveu aumento na produção de frutos.

4.4. Qualidade de frutos

4.4.1. Qualidade de frutos referente à colheita de dezembro de 2006 a fevereiro de 2007

Na análise de qualidade de frutos, referente à primeira colheita, não se observou efeitos significativos dos tratamentos, tanto para o contraste quanto para a análise de regressão (Tabela 43). Vale salientar, que na produção de frutos também não houve efeito (Tabela 37) na primeira safra, em função dos tratamentos aplicados no pomar.

Tabela 43. Resumo da análise de variância da qualidade de frutos na colheita realizada entre dezembro de 2006 e fevereiro de 2007

Doses	Sólidos solúveis	pH	Acidez
t ha ⁻¹	°B		% ác. cítrico
0	9,0	3,93	0,45
9	8,7	3,93	0,39
18	8,5	3,98	0,40
27	8,2	3,93	0,42
36	8,2	3,92	0,40
Efeito	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	8,5	3,94	0,41
Semente Fresca (SF)	8,9	3,95	0,39
Recomendação Mineral (RM)	9,2	3,92	0,42
Contraste	----- Valor F -----		
RM vs (SF + SM)	2,74 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,07 ^{ns}
SF vs SM	0,79 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,48 ^{ns}
CV (%)	8,9	1,8	15,8

^{ns} - Não significativo.

Resultados de ensaios em campo, com plantas perenes, avaliando-se adubação orgânica, necessitam de tempo para que os resultados sejam pronunciados, ocorrendo

primeiramente no solo, depois na planta e, em seguida na produção e na qualidade dos frutos.

4.4.2. Qualidade de frutos referente à colheita de julho a setembro de 2007

Os resultados referentes à análise de qualidade dos frutos na colheita realizada de julho a setembro de 2007 estão apresentados na Tabela 44. Verifica-se que houve efeito significativo dos tratamentos para a variável acidez, tanto na análise de contraste quanto na análise de regressão. As demais variáveis não foram afetadas pelos tratamentos. Constata-se que a acidez é maior em função da adubação com sementes não moídas em relação às moídas (Tabela 44). Para a aplicação de doses do subproduto moído, verifica-se que o melhor modelo de resposta foi o quadrático (Figura 69).

Tabela 44. Resumo da análise de variância da qualidade de frutos na colheita realizada entre julho e setembro de 2007

Doses	Sólidos solúveis	pH	Acidez
t ha⁻¹	°B		% ác. cítrico
0	10,2	3,73	0,52
9	9,3	3,77	0,52
18	9,9	3,81	0,62
27	9,6	3,75	0,56
36	10,3	3,84	0,41
Efeito	ns	ns	Q*
Semente Moída (SM) - média	9,9	3,78	0,53
Semente Fresca (SF)	10,0	3,80	0,65
Recomendação Mineral (RM)	10,5	3,81	0,49
Contraste	----- Valor F -----		
RM vs (SF + SM)	2,05 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,91 ^{ns}
SF vs SM	0,08 ^{ns}	0,71 ^{ns}	6,68*
CV (%)	7,8	1,3	14,6

^{ns} e * - Não significativo e significativo a 5%, respectivamente. Q – quadrática.

Portanto, verifica-se que os efeitos da aplicação dos tratamentos ocorrem na seguinte sequência, primeiramente no solo e na planta, para depois os resultados se pronunciarem na produção e qualidade dos frutos.

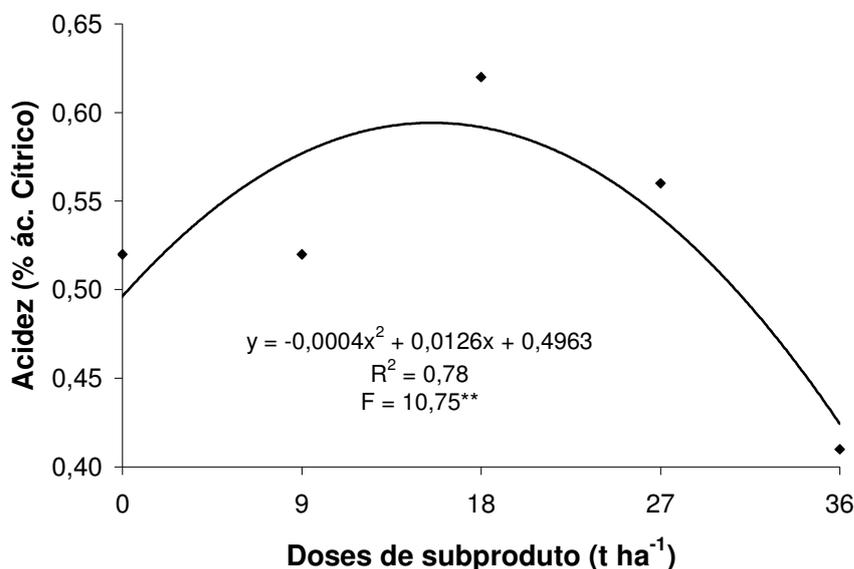


Figura 69. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a acidez em frutos, em pomar de goiabeiras (safra: julho a setembro de 2007). ** - Significativo a 1%.

4.4.3. Qualidade de frutos referente à colheita de fevereiro a abril de 2008

O resumo da análise de variância sobre a qualidade dos frutos, referente à colheita de fevereiro a abril de 2008 estão apresentados na Tabela 45. Para a análise de contraste, verifica-se que na comparação entre a recomendação mineral e a adubação orgânica houve maior valor para sólidos solúveis nos frutos que receberam a adubação mineral; resultado semelhante ocorreu com o pH (Tabela 45). Para a comparação entre os tipos de adubação orgânica (semente moída e fresca), observa-se que a fresca proporcionou maior valor de pH nos frutos (Tabela 45). Não houve, porém, alterações dos atributos de qualidade das goiabas, em função da elevação das doses de subproduto moído.

Tabela 45. Resumo da análise de variância da qualidade de frutos na colheita realizada entre fevereiro e abril de 2008

Doses	Sólidos solúveis	pH	Acidez
t ha⁻¹	°B		% ác. cítrico
0	10,0	3,83	0,56
9	9,5	3,95	0,50
18	9,2	3,94	0,56
27	10,0	3,88	0,57
36	9,5	3,94	0,50
Efeito	ns	ns	ns
Semente Moída (SM) - média	9,6	3,91	0,54
Semente Fresca (SF)	10,0	3,98	0,50
Recomendação Mineral (RM)	12,2	4,00	0,50
Contraste	----- Valor F -----		
RM vs (SF+SM)	6,89*	8,00*	0,73 ^{ns}
SF vs SM	0,13 ^{ns}	6,47*	1,03 ^{ns}
CV (%)	8,4	1,6	10,7

^{ns} e * - Não significativo e significativo a 5%, respectivamente.

4.4.4. Qualidade de frutos referente à colheita de janeiro a março de 2009

Os resultados referentes à análise de qualidade da quarta colheita estão apresentados na Tabela 46. Observa-se que não houve influência dos tratamentos na análise de contrastes. Porém, em função das doses de subproduto moído, houve aumento no valor de pH (Figura 70).

Tabela 46. Resumo da análise de variância na qualidade de frutos na colheita realizada entre janeiro a março de 2009

Doses	Sólidos solúveis	pH	Acidez
t ha⁻¹	°B		% ác. cítrico
0	10,5	3,91	0,40
9	9,9	4,05	0,37
18	10,4	4,07	0,33
27	10,2	4,09	0,32
36	9,5	4,23	0,35
Efeito	ns	L**	ns
Semente Moída (SM) - média	10,1	4,07	0,35
Semente Fresca (SF)	9,8	4,00	0,35
Recomendação Mineral (RM)	9,8	4,00	0,35
Contraste	----- Valor F -----		
RM vs (SF+SM)	0,71 ^{ns}	2,58 ^{ns}	0,01 ^{ns}
SF vs SM	0,98 ^{ns}	3,62 ^{ns}	0,01 ^{ns}
CV (%)	6,1	1,7	12,3

^{ns} e ** - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente. L – linear.

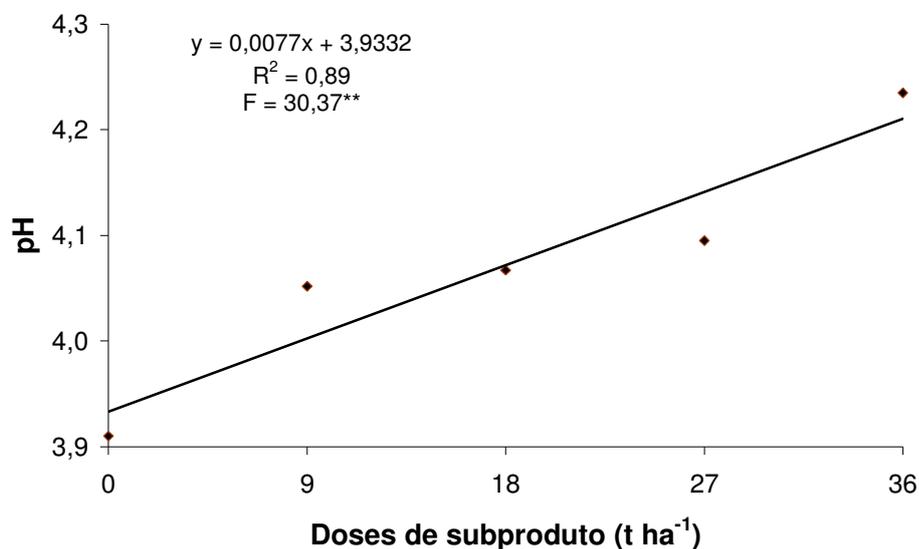


Figura 70. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o pH de frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

4.4.5. Qualidade de frutos referentes à colheita de novembro de 2009 a janeiro de 2010

O resumo da análise de variância para a qualidade de frutos está apresentado na Tabela 47. Verifica-se resultado significativo para a variável sólidos solúveis na análise de contraste, sendo que na comparação da recomendação mineral com a aplicação de sementes (moída e fresca), a fertilização mineral apresentou maior °Brix (Tabela 47).

Tabela 47. Resumo da análise de variância na qualidade de frutos na colheita realizada entre novembro de 2009 a janeiro de 2010

Doses	Sólidos solúveis	pH	Acidez
t ha ⁻¹	°B		% ác. cítrico
0	9,5	3,84	0,40
9	9,3	3,89	0,40
18	9,3	3,05	0,38
27	9,0	3,95	0,41
36	10,0	3,99	0,40
Efeito	ns	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	9,4	3,74	0,40
Sementes Frescas (SF)	9,0	3,99	0,40
Recomendação Mineral (RM)	10,3	3,96	0,41
Contraste	----- Valor F -----		
RM vs (SF+SM)	10,67**	0,22 ^{ns}	1,57 ^{ns}
SF vs SM	1,97 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,03 ^{ns}
CV (%)	5,4	17,6	4,9

^{ns} e ** - Não significativo e significativo a 1%, respectivamente.

4.4.6. Qualidade de frutos referentes à colheita de agosto a outubro de 2010

Na Tabela 48 estão apresentados os resultados referentes à qualidade de frutos para a sexta colheita. Verifica-se que não houve resultados significativos tanto para contrastes quanto para regressão.

Tabela 48. Resumo da análise de variância na qualidade de frutos na colheita realizada entre agosto a outubro de 2010

Doses	Sólidos solúveis	pH	Acidez
t ha⁻¹	°B		% ác. cítrico
0	10,4 ^{ns}	3,64 ^{ns}	0,50 ^{ns}
9	10,1	3,61	0,50
18	10,2	3,65	0,48
27	9,9	3,65	0,50
36	10,2	3,65	0,47
Efeito	ns	ns	ns
Sementes Moídas (SM) - média	10,2	3,64	0,49
Sementes Frescas (SF)	10,4	3,66	0,51
Recomendação Mineral (RM)	10,3	3,68	0,48
Contraste	----- Valor F -----		
RM vs (SF+SM)	0,04 ^{ns}	2,51 ^{ns}	0,46 ^{ns}
SF vs SM	0,83 ^{ns}	0,74 ^{ns}	2,58 ^{ns}
CV (%)	4,2	1,0	5,6

^{ns} - Não significativo.

Com o objetivo de estudar os efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre o teor de sólidos solúveis totais de frutos de goiabeira, NATALE et al. (1995) realizaram seis ensaios de campo, utilizando-se de plantas das cultivares Rica e Paluma, em duas regiões produtoras do estado de São Paulo, durante três anos consecutivos. Os resultados mostraram que o grau brix dos frutos não foi significativamente afetado pelas doses de N, P ou K, durante todo o ensaio. Os frutos da cv. Rica apresentaram valores de sólidos solúveis totais entre 8,0 e 10,8, enquanto a cv. Paluma apresentou teores entre 8,4 e 9,65.

De maneira geral, observa-se que até a sexta análise de pós-colheita deste experimento, não houve tendência definida dos efeitos para as variáveis estudadas em função dos tratamentos aplicados. Isso é devido à perenidade da goiabeira, que requer

tempo para refletir alterações no manejo do pomar (NATALE, 1993; NATALE et al., 1995).

Entre os fatores que afetam a dinâmica dos nutrientes, está o emprego da poda, a qual contribui de maneira significativa para a ciclagem de elementos; outro manejo que afeta sobremaneira a nutrição das plantas é a irrigação, além do tipo de adubação empregada (ROZANE et al., 2009a).

4.5. Exportação de nutrientes pelos frutos

4.5.1. Exportação de nutrientes referente à colheita de janeiro a março de 2009

Os dados de exportação de nutrientes pelos frutos da goiabeira (base seca), referentes à colheita realizada de janeiro a março de 2009 se encontram na Tabela 49. Para a análise de contrastes houve resultados significativos para o nitrogênio, sendo que na comparação entre semente fresca e moída, a primeira apresentou maior valor.

Tabela 49. Resumo da análise de variância para teores de nutrientes em frutos de goiabeira, na colheita realizada entre janeiro e março de 2009

Doses	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
t ha ⁻¹	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
0	6,4	1,0	13,1	0,5	0,6	0,8	8	6	13	7	10
9	7,6	1,1	14,1	0,2	0,6	0,9	7	6	12	8	10
18	7,9	1,1	15,9	0,4	0,6	0,9	7	6	10	5	10
27	7,3	1,0	13,5	0,3	0,6	0,8	6	5	11	8	8
36	9,8	1,2	16,1	0,2	0,7	1,0	7	7	12	5	11
Efeito	L*	ns	ns	L*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sementes Moidas (SM) - média	7,8	1,1	14,5	0,3	0,6	0,9	7	6	11	7	10
Sementes Frescas (SF)	9,8	1,2	16,6	0,4	0,7	1,0	8	7	13	5	11
Rec. Mineral (RM)	8,9	1,1	15,9	0,2	0,6	1,0	6	7	12	6	9
Contraste	----- Valor F -----										
RM vs (SF+SM)	0,83 ^{ns}	0,30 ^{ns}	1,32 ^{ns}	3,72 ^{ns}	0,15 ^{ns}	2,51 ^{ns}	4,12 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,50 ^{ns}
SF vs SM	6,15*	2,62 ^{ns}	3,98 ^{ns}	0,71 ^{ns}	2,65 ^{ns}	1,20 ^{ns}	2,56 ^{ns}	1,13 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,44 ^{ns}	3,44 ^{ns}
CV (%)	18,1	12,8	13,4	32,3	11,2	16,7	20,2	19,2	18,5	71,5	16,6

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

Com relação à análise de regressão, houve resposta significativa e positiva para o nitrogênio (Figura 71), cujo melhor modelo de resposta foi o linear crescente; entretanto, para o cálcio, o incremento das quantidades de subproduto aplicadas promoveu diminuição no teor de Ca nos frutos (Figura 72).

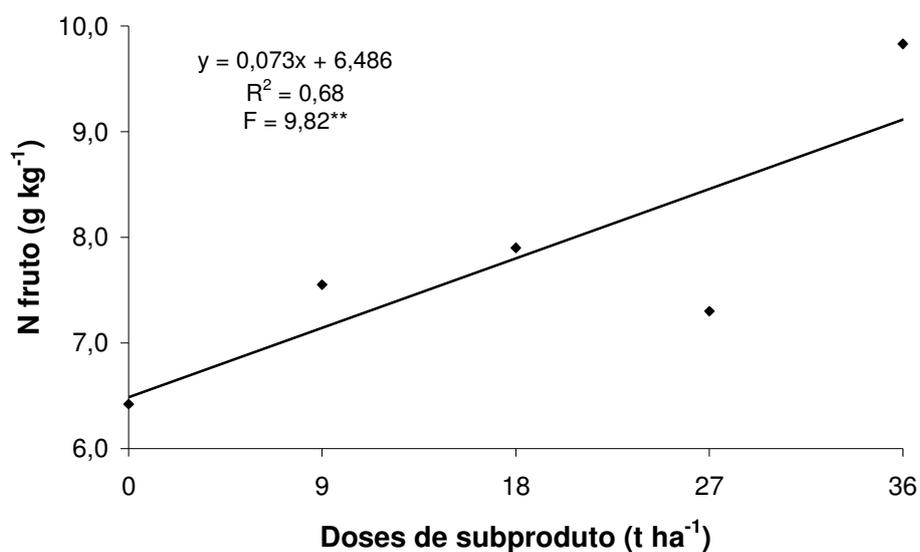


Figura 71. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de N em frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

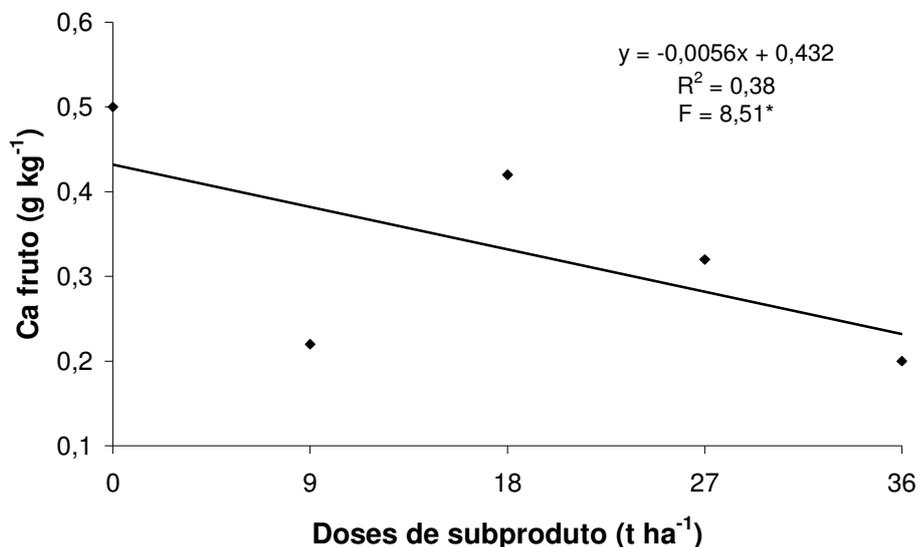


Figura 72. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Ca em frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). * - Significativo a 5%.

Devido a grande importância da relação N/Ca nos frutos de maneira geral e, ainda, ao resultado significativo para os teores desses elementos em função das doses do subproduto (Tabela 49), buscou-se realizar a correlação, sendo a mesma significativa e negativa (Figura 73), ou seja, conforme aumenta o teor de N nos frutos, diminuí o teor de Ca. Tal constatação tem grande influência nas relações de formação de polpa/miolo, além de influenciar a qualidade dos frutos que, devido ao menor teor de Ca provocado pelo aumento da adubação nitrogenada (via subproduto), pode afetar a formação da parede celular e lamela média. Uma relação adequada entre nutrientes, além do teor adequado propriamente dito, é fundamental para uma adequada nutrição.

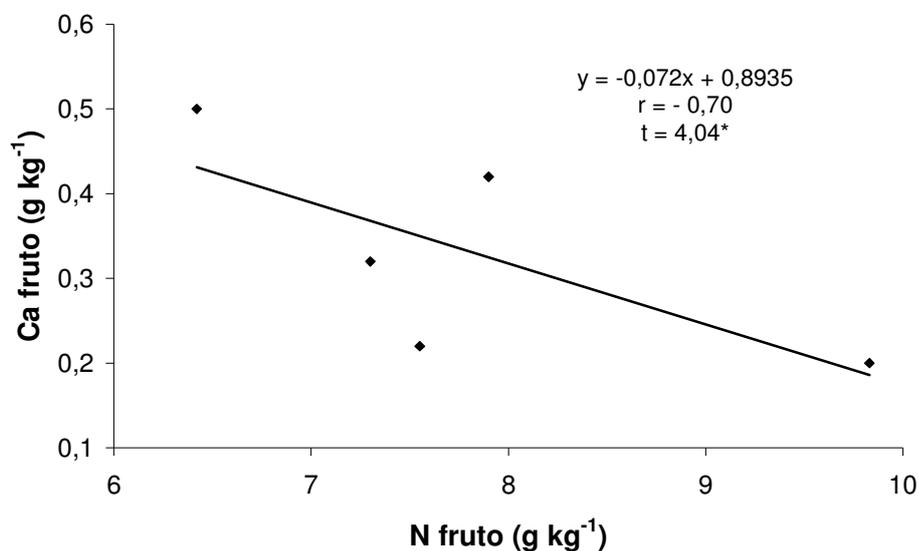


Figura 73. Correlação entre o teor no fruto de N e o teor no fruto de Ca (colheita: janeiro a março de 2009), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

Segundo NATALE et al. (2005), frutos de goiabeira que não receberam cálcio tiveram a parede celular desestruturada e a lamela média desorganizada. Os autores citam que os frutos das goiabeiras que receberam calcário apresentaram teor de Ca de 1 g kg⁻¹, e nos frutos das plantas que não receberam calagem, o teor do elemento foi de 0,8 g kg⁻¹.

O resumo da análise de variância para a exportação de nutrientes pelos frutos se encontra na Tabela 50.

Tabela 50. Resumo da análise de variância para a exportação de nutrientes pelos frutos de goiabeira, na colheita realizada entre janeiro e março de 2009

Doses	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹				
0	36,4	5,7	74,2	2,8	3,6	4,3	43	33	74	41	55
9	45,5	6,8	84,5	1,4	3,8	5,5	41	38	69	50	59
18	50,9	6,9	96,9	2,8	4,0	6,0	46	40	66	32	63
27	56,5	7,7	103,8	2,5	4,6	5,8	46	39	81	62	64
36	79,3	9,5	129,4	1,6	5,5	7,9	55	57	97	38	85
Efeito	L**	L**	L**	ns	L**	L**	ns	L**	Q*	ns	L*
Sementes Moídas (SM) - média	53,7 ¹	7,3	97,8	2,2	4,3	5,9	46	41	77	45	64
Sementes Frescas (SF)	72,7	9,1	122,7	3,0	5,2	7,0	59	50	94	37	82
Rec. Mineral (RM)	71,1	8,4	127,9	1,6	5,0	8,0	44	54	96	46	74
Contraste	----- Valor F -----										
RM vs (SF+SM)	5,81*	1,47 ^{ns}	10,77**	1,83 ^{ns}	3,50 ^{ns}	11,77**	0,56 ^{ns}	6,84*	3,97 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,86 ^{ns}
SF vs SM	10,09**	7,10**	9,65**	2,01 ^{ns}	8,4**	4,19 ^{ns}	5,62*	4,01 ^{ns}	4,40*	0,23 ^{ns}	7,98*
CV (%)	18,5	15,5	13,8	44,8	12,5	16,3	21,2	18,1	17,8	66,2	17,1

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear. Q – quadrático.

¹As produções utilizadas para a realização dos cálculos foram os valores apresentados na Tabela 40, sendo para as doses de subproduto moído as seguintes produções: dose zero = 51,5; dose 9 = 54,8; dose 18 = 58,6; dose 27 = 70,3; dose 36 = 73,4; semente fresca = 67,3 e recomendação mineral = 72,8 t ha⁻¹ de frutos.

Na primeira comparação, ou seja, entre a recomendação mineral e a adubação orgânica, a fertilização mineral proporcionou maiores valores de N, K, S e Cu, ou seja, exportou mais nutrientes em relação à aplicação do adubo orgânico (Tabela 50). Os dados apresentados levam em consideração a produção, assim, a maior colheita de frutos no tratamento com a recomendação mineral pode ter provocado tal resultado. A fertilização mineral disponibiliza prontamente os nutrientes e, desta maneira, as goiabeiras podem estar aproveitando melhor os nutrientes em determinado momento.

Em referência ao segundo contraste, ou seja, a comparação entre as sementes (triturada e não triturada), verifica-se para os nutrientes N, P, K, Mg, B, Fe e Mn que a adubação com as sementes inteiras (não moídas) proporcionou maior exportação de nutrientes (Tabela 50).

Devido a grande influência da produção de frutos no cálculo da exportação de nutrientes, verifica-se que nesta safra (Tabela 40) não houve diferença entre os tipos de sementes empregadas; assim, uma leve superioridade, foi suficiente para proporcionar diferenças significativas na exportação de nutrientes.

Com relação à análise de regressão para nitrogênio, tanto o teor do nutriente no fruto (Figura 71) quanto para a exportação de N por hectare foram significativas, com modelo de resposta linear crescente (Figura 74).

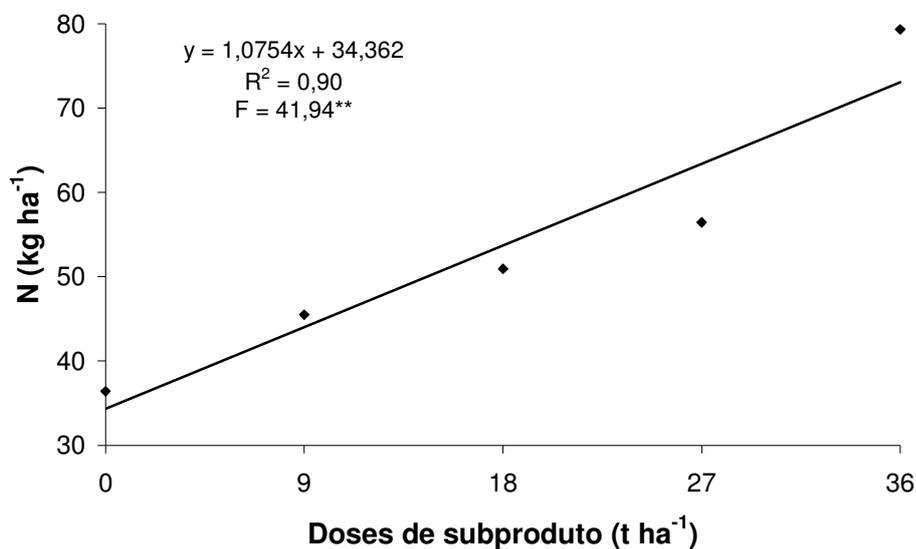


Figura 74. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de N por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

A análise de regressão também foi significativa para os seguintes nutrientes: P, K, Mg, S, Cu, Fe e Zn, os quais sofreram influência das quantidades de subproduto moído aplicadas, ou seja, com aumento da exportação dos elementos (Figuras 75, 76, 77, 78, 79, 80 e 81 respectivamente).

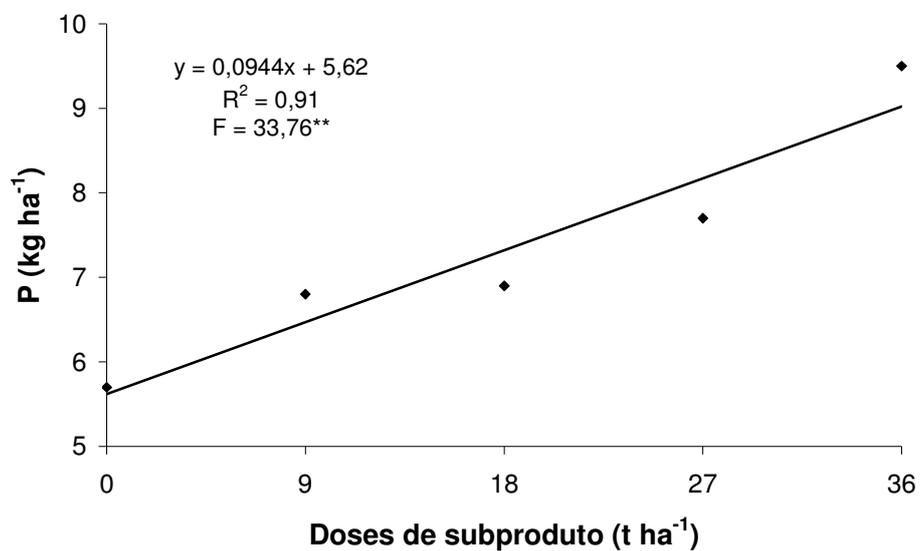


Figura 75. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de P por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

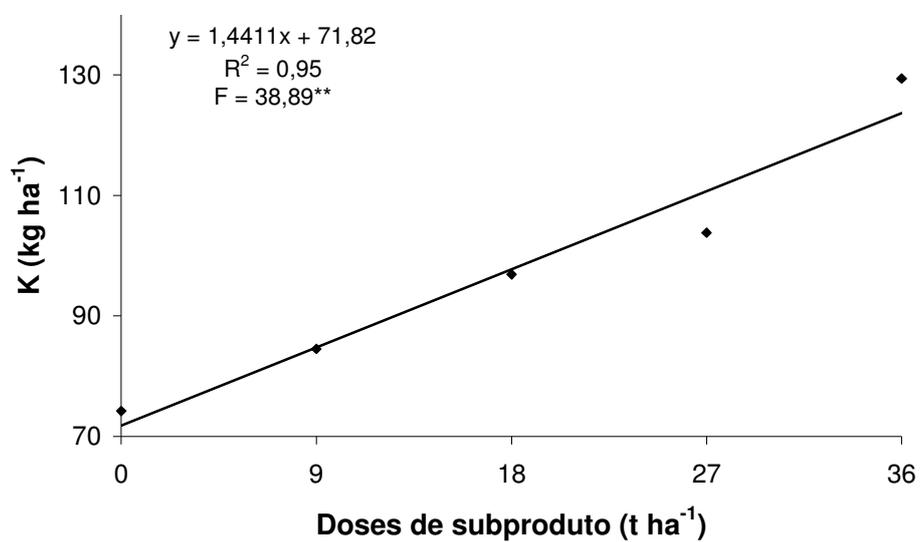


Figura 76. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de K por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

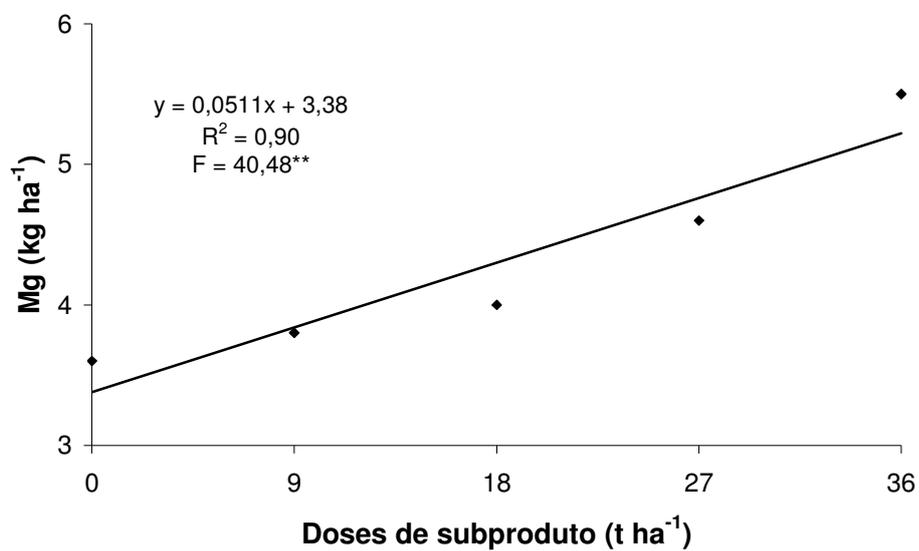


Figura 77. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Mg por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

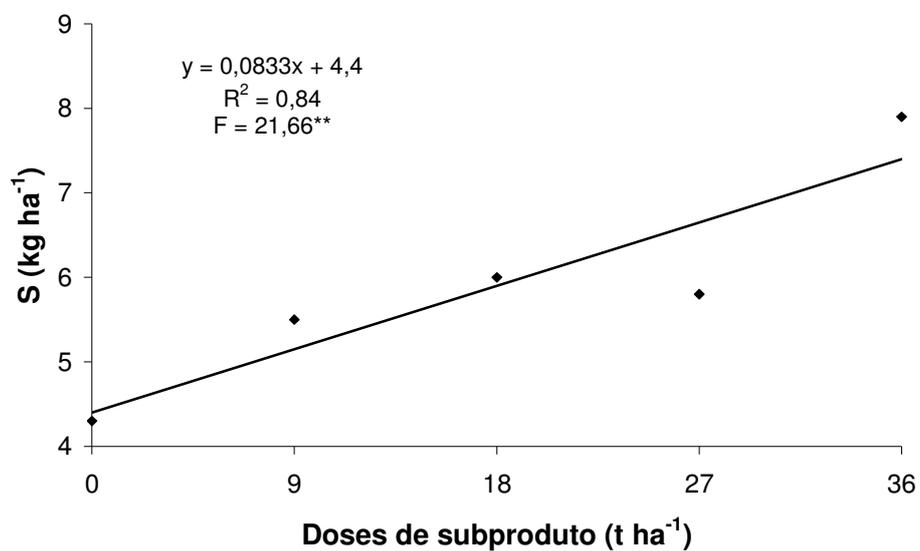


Figura 78. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Mg por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

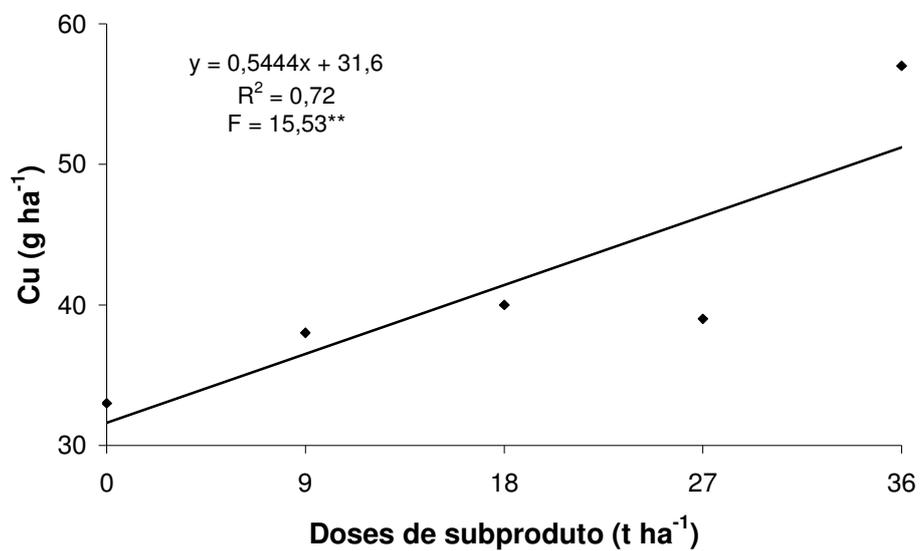


Figura 79. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Cu por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

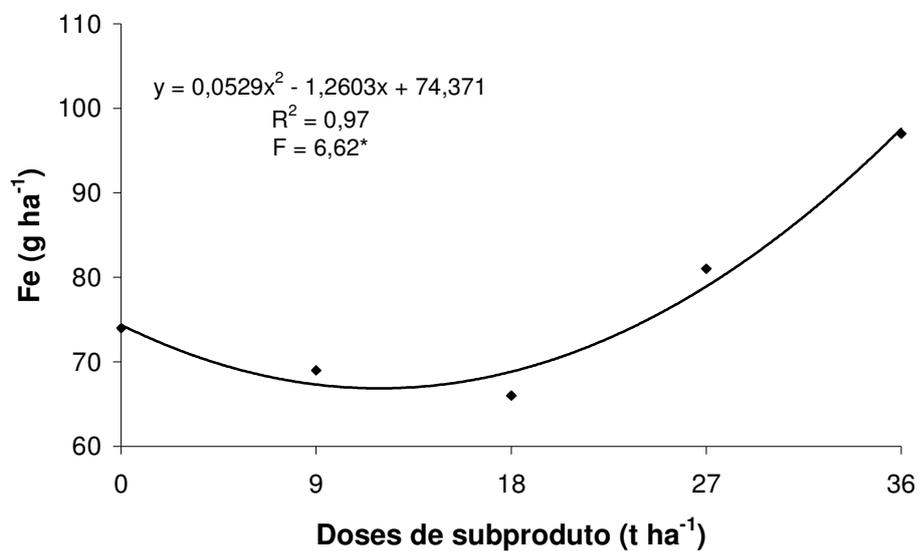


Figura 80. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Fe por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). * - Significativo a 5%.

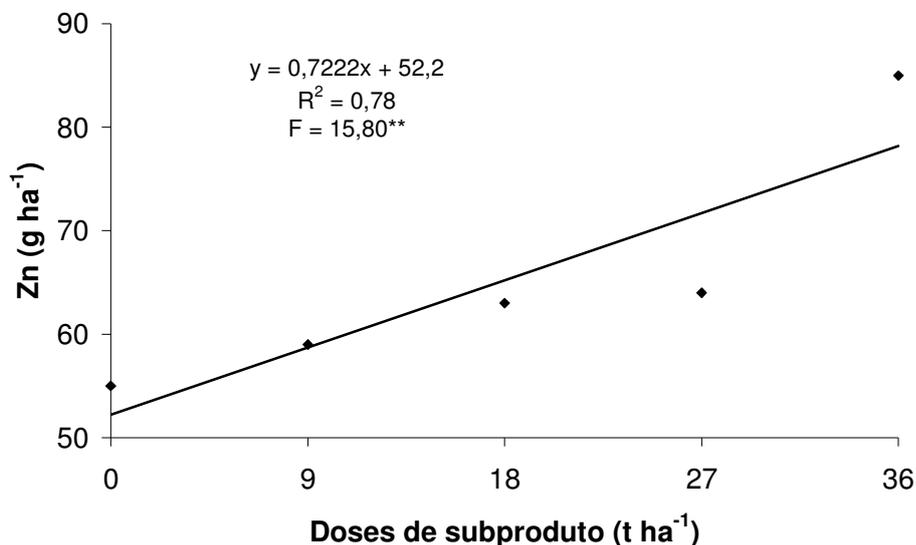


Figura 81. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Zn por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: janeiro a março de 2009). ** - Significativo a 1%.

Segundo NATALE (1993) para a goiabeira cultivar Paluma, a extração de macronutrientes seguiu a seguinte ordem: $K > N > P > S > = Mg > Ca$; e, para micronutrientes: $Zn > Mn = Fe > Cu > B$. No presente estudo as maiores extrações para macronutrientes foram: $K > N > P > S > Mg > Ca$ e para micronutrientes: $Fe > Zn > B = Cu = Mn$. Verifica-se que para macronutrientes praticamente não houve diferença em relação ao constatado por NATALE (1993); já para os micronutrientes, o mais extraído nas presentes condições foi o ferro e depois o zinco, com os demais elementos no mesmo patamar de extração.

Informações sobre a composição química dos frutos fornecem subsídios para a adequação do programa de adubação do pomar e, máxima produção e eficiente manutenção da fertilidade do solo (NATALE et al., 2009b).

4.5.2. Exportação de nutrientes referente à colheita de novembro de 2009 a janeiro de 2010

Na Tabela 51 está apresentado o resumo da análise de variância para os teores de nutrientes nos frutos, referentes à quinta colheita. Para a análise de contraste apenas o manganês apresentou significância, sendo que na comparação entre a recomendação mineral e a adubação orgânica, a utilização de adubos minerais promoveu maior teor do elemento.

Tabela 51. Resumo da análise de variância para teores de nutrientes em frutos de goiabeira, na colheita realizada entre novembro de 2009 a janeiro de 2010

Doses t ha ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
0	7,5	1,0	13,0	0,8	0,7	1,0	2	6	12	6	10
9	9,0	1,1	13,3	0,8	0,8	1,0	3	7	16	7	10
18	8,8	0,9	13,7	0,8	0,7	1,0	3	8	48	8	11
27	8,8	0,9	13,1	0,7	0,7	1,0	3	8	18	7	12
36	9,8	0,9	14,9	0,6	0,7	1,2	2	9	24	8	13
Efeito	ns	ns	ns	L*	ns	ns	ns	L*	ns	L*	L*
Sementes Moídas (SM)	8,8	1,0	13,6	0,7	0,7	1,0	3	8	24	7	11
Sementes Frescas (SF)	9,5	1,1	13,9	0,7	0,7	1,2	2	7	19	7	12
Rec. Mineral (RM)	9,0	0,9	14,1	0,6	0,7	1,0	2	8	31	10	11
Contraste	----- Valor F -----										
RM vs (SF+SM)	0,10 ^{ns}	1,27 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,39 ^{ns}	2,67 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,63 ^{ns}	18,67 ^{**}	0,50 ^{ns}
SF vs SM	2,14 ^{ns}	1,77 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,45 ^{ns}	3,74 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,05 ^{ns}
CV (%)	10,2	21,5	9,9	20,1	7,8	19,1	29,3	19,2	85,9	17,0	13,6

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

Comparando-se os resultados deste estudo para teores de nutrientes em frutos, com os de MAIA et al. (2007), que, também, avaliaram os níveis de nutrientes em frutos da goiabeira (cv. Paluma) irrigada no Vale do São Francisco, constata-se que, apesar das condições edafoclimáticas diferentes, o N, K, Ca, Mg, Mn e Zn estão com valores superiores aos da região Nordeste, e os demais nutrientes (P, S, B, Cu e Zn) estão com os teores menores.

Houve resultados significativos para a análise de regressão para os elementos: Ca, Cu, Mn e Zn, cujo melhor modelo de resposta foi o linear, sendo para Ca decrescente e para os micronutrientes crescente (Figuras 82, 83, 84 e 85, respectivamente). Ressalta-se que para o cálcio o mesmo resultado foi observado na análise anterior.

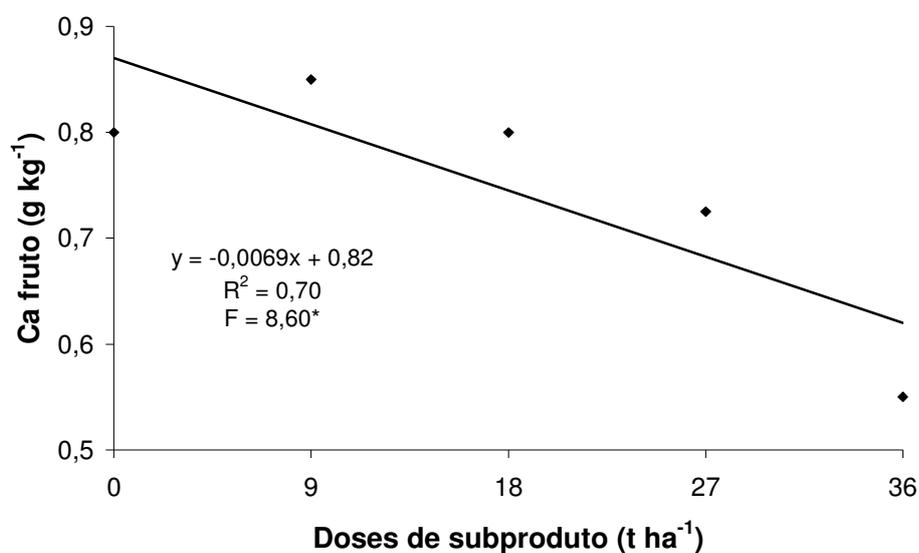


Figura 82. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Ca em frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010). * - Significativo a 5%.

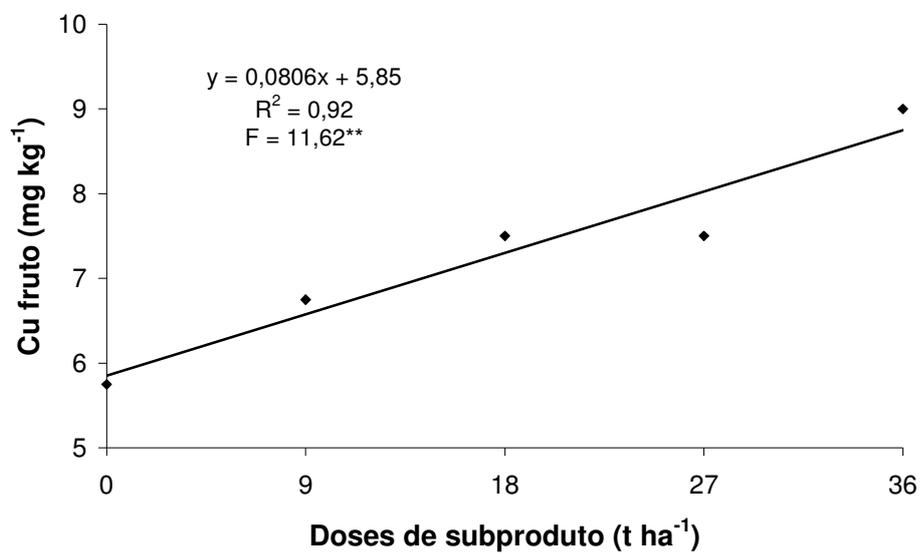


Figura 83. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Cu em frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010). ** - Significativo a 1%.

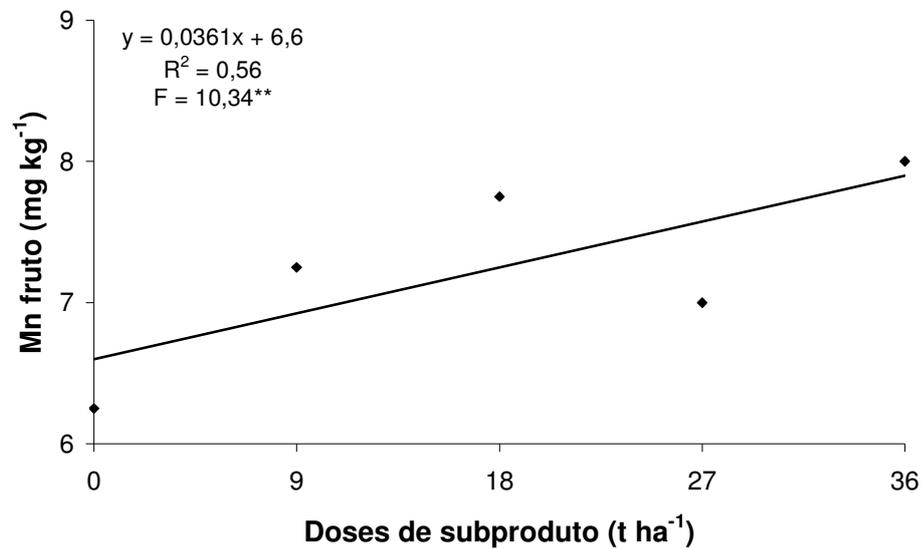


Figura 84. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Mn em frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010). ** - Significativo a 1%.

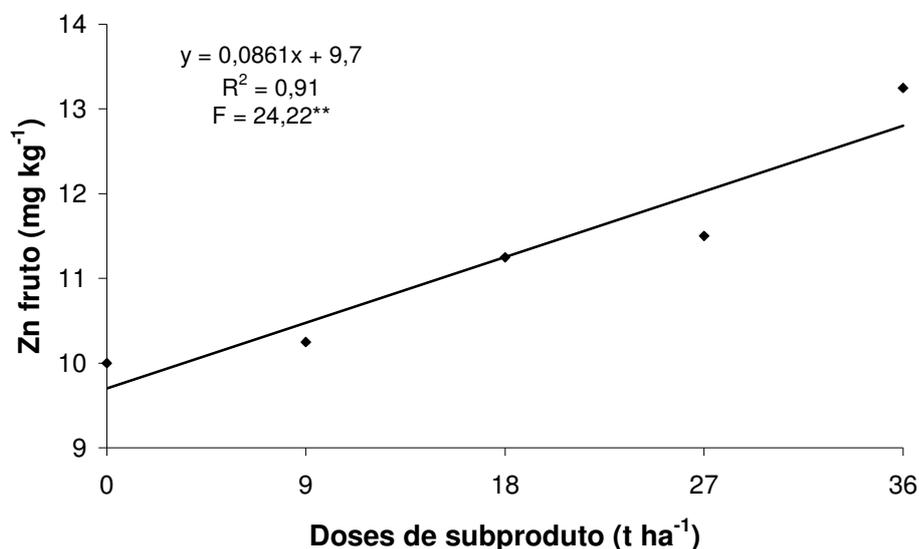


Figura 85. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Zn em frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010). ** - Significativo a 1%.

Na Tabela 52 é apresentado o resumo da análise de variância para a exportação de nutrientes do pomar. No primeiro contraste verifica-se que apenas a exportação de Mn foi afetada, sendo que a adubação mineral proporcionou maior valor que a orgânica. Os nutrientes N, P e K foram menos exportados, quando comparado o segundo contraste, sendo que as sementes frescas exportaram mais nutrientes do que a média das moídas. Os nutrientes mais exportados na presente análise foram: K>N>S>P>Mg>Ca e Fe>Zn>Mn>Cu>B para macro e micronutrientes, respectivamente.

Tabela 52. Resumo da análise de variância para a exportação de nutrientes pelos frutos de goiabeira, na colheita realizada entre novembro de 2009 e janeiro de 2010

Doses t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹											g ha ⁻¹			
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn				
0	48,8	6,5	85,0	5,0	4,5	6,3	15	38	77	41	65				
9	64,0	8,0	95,0	5,8	5,3	7,5	22	48	110	52	73				
18	59,0	6,0	91,5	5,0	4,8	6,8	17	50	312	52	83				
27	69,8	6,8	105,0	5,5	5,5	7,8	20	60	135	56	92				
36	77,8	6,8	118,5	4,0	5,8	9,3	16	72	188	64	105				
Efeito	L*	ns	L*	ns	ns	ns	ns	L*	ns	L*	L*				
Sementes Moídas (SM) - média	63,9	6,8	99,0	5,1	5,2	7,5	18	54	164	53	84				
Sementes Frescas (SF)	77,5	9,0	113,8	5,8	5,8	9,5	14	59	154	57	94				
Rec. Mineral (RM)	69,3	6,5	107,5	4,8	5,3	7,5	14	57	234	78	83				
Contraste	----- Valor F -----														
RM vs (SF + SM)	0,45 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1,02 ^{ns}	26,91 ^{**}	0,06 ^{ns}				
SF vs SM	8,37 ^{**}	5,51 [*]	5,87 [*]	1,18 ^{ns}	2,31 ^{ns}	3,79 ^{ns}	1,34 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,75 ^{ns}	3,51 ^{ns}				
CV (%)	12,9	24,2	10,1	23,1	13,8	24,1	34,2	19,1	75,5	15,3	13,8				

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

¹As produções utilizadas para a realização dos cálculos foram os valores apresentados na Tabela 41, sendo para as doses de subproduto moído as seguintes produções: dose zero = 59,3; dose 9 = 64,7; dose 18 = 61,1; dose 27 = 72,5; dose 36 = 72,0; semente fresca = 74,5 e recomendação mineral = 69,9 t ha⁻¹ de frutos.

As doses de subproduto moído afetaram a exportação dos seguintes nutrientes: N, K, Cu, Mn e Zn (Figuras 86, 87, 88, 89 e 90, respectivamente), cujo melhor modelo de resposta foi o linear crescente em todos os casos. O nitrogênio, o potássio, o cobre e o zinco obtiveram o mesmo resultado na análise anterior (Tabela 50).

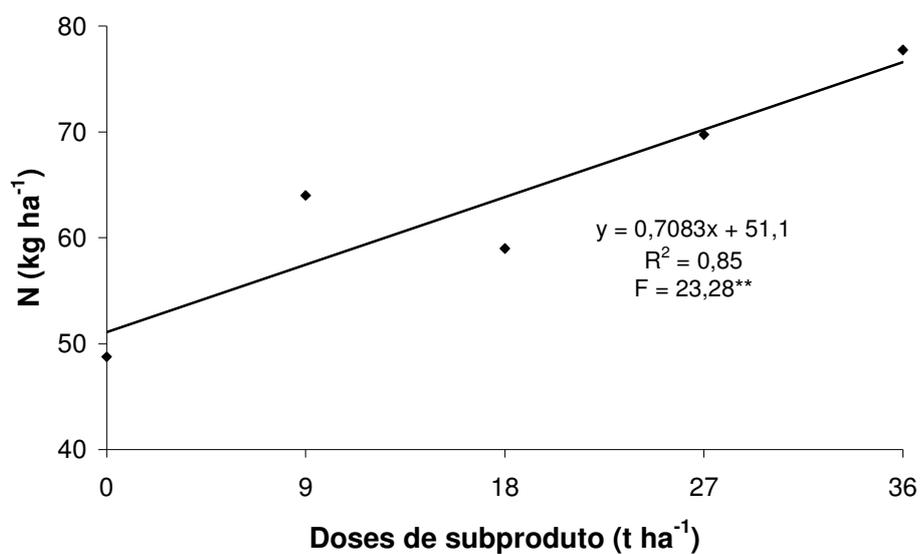


Figura 86. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de N por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010). ** - Significativo a 1%.

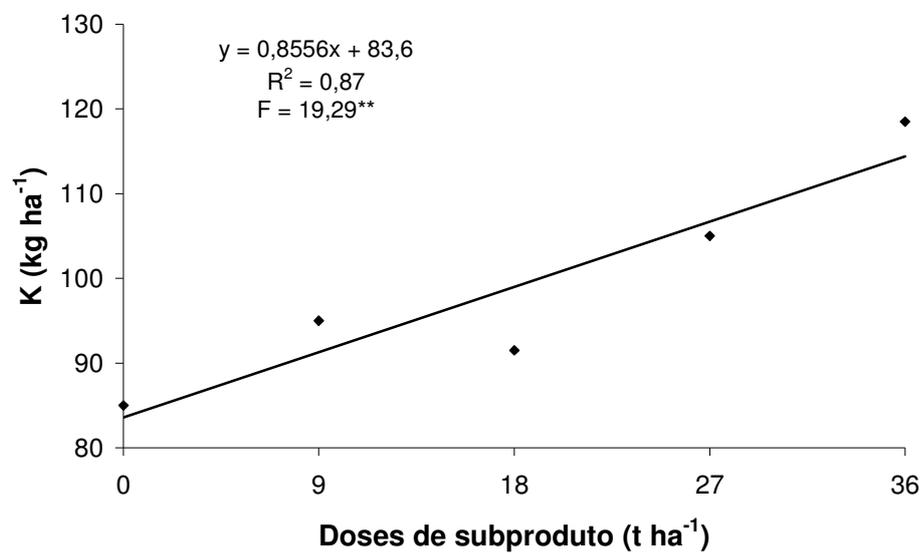


Figura 87. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de K por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010). ** - Significativo a 1%.

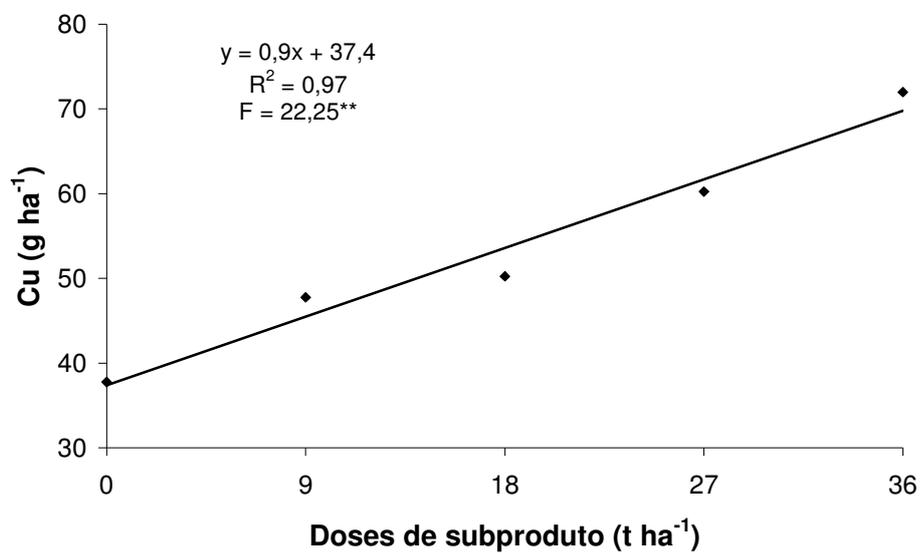


Figura 88. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Cu por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010). ** - Significativo a 1%.

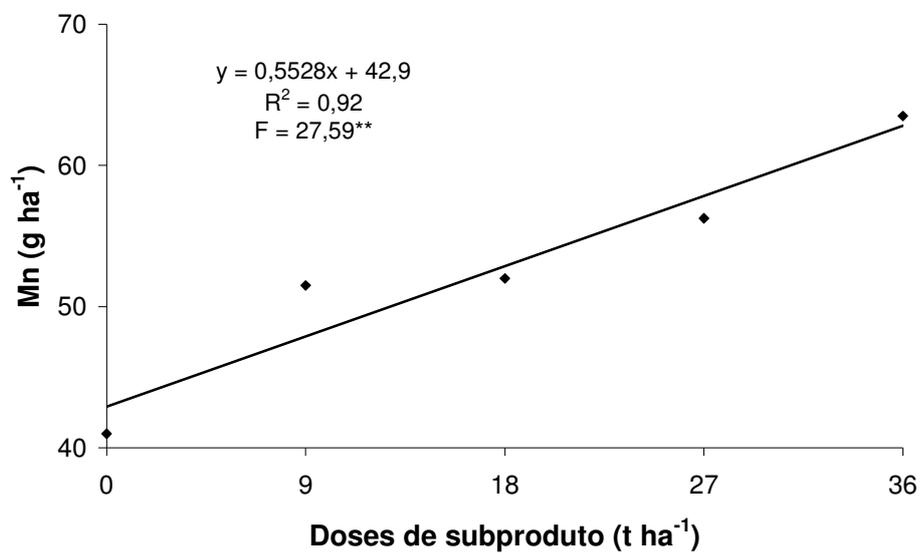


Figura 89. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Mn por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010). ** - Significativo a 1%.

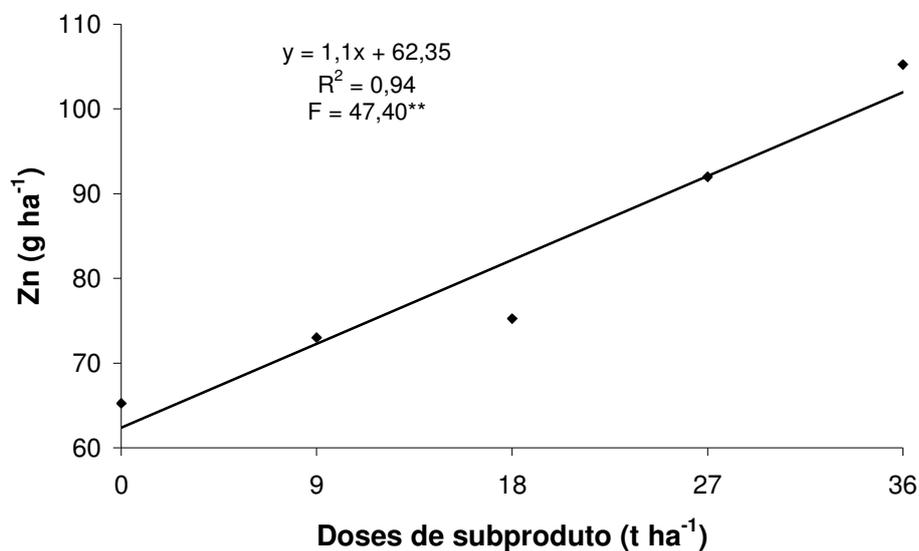


Figura 90. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Zn por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: novembro de 2009 a janeiro de 2010). ** - Significativo a 1%.

Mesmo não tendo sido verificado significância para o teor de N nos frutos, procedeu-se a análise de correlação com o teor de Ca nos frutos, porém os resultados foram não significativos.

4.5.3. Exportação de nutrientes referente à colheita de agosto a outubro de 2010

Na Tabela 53 está apresentado o resumo da análise de variância dos teores de nutrientes nos frutos colhidos na sexta safra. Houve resultados significativos para a análise de contrastes. Os elementos fósforo e magnésio apresentaram maiores teores quando utilizada a adubação orgânica em relação à mineral; no entanto, para o cálcio, o resultado foi o inverso, ou seja, a recomendação mineral proporcionou maiores valores.

Para o segundo contraste, somente os teores de nitrogênio e cálcio sofreram influência, ou seja, para o N a semente fresca proporcionou maior teor e, para o Ca foi à aplicação das sementes moídas que propiciou superioridade.

Tabela 53. Resumo da análise de variância para os teores de nutrientes em frutos de goiabeira, na colheita realizada entre agosto a outubro de 2010

Doses t ha ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
0	6,2	0,8	12	0,4	0,6	0,8	6	5	32	5	12
9	6,3	0,8	12,0	0,3	0,6	0,7	5	6	31	5	10
18	6,3	0,8	11,2	0,3	0,6	0,7	5	5	27	5	12
27	7,0	0,5	11,7	0,2	0,6	0,8	5	6	33	5	11
36	7,2	0,9	12,4	0,2	0,6	0,9	4	6	30	5	13
Efeito	L*	ns	ns	L*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sementes Moídas (SM)	6,6	0,8	11,9	0,3	0,6	0,8	5	6	31	5	12
- média											
Sementes Frescas (SF)	7,6	0,9	12,2	0,2	0,6	0,8	4	6	45	5	14
Rec. Mineral (RM)	7,4	0,7	11,2	0,2	0,5	0,8	4	5	34	6	10
Contraste	----- Valor F -----										
RM vs (SF + SM)	2,10 ^{ns}	6,89*	1,52 ^{ns}	8,10*	6,88*	0,72 ^{ns}	2,98 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,02 ^{ns}	3,63 ^{ns}	2,53 ^{ns}
SF vs SM	5,08*	1,42 ^{ns}	0,41 ^{ns}	5,04*	0,38 ^{ns}	0,33 ^{ns}	4,17 ^{ns}	1,25 ^{ns}	4,80 ^{ns}	0,67 ^{ns}	3,93 ^{ns}
CV (%)	11,9	9,4	8,4	18,5	7,9	16,4	18,4	22,7	36,4	17,9	15,9

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

Em relação à análise de regressão, observa-se resultados significativos para N e Ca, cujo melhor modelo de resposta para ambos os nutrientes foi linear, sendo crescente para N (Figura 91) e decrescente para o Ca (Figura 92).

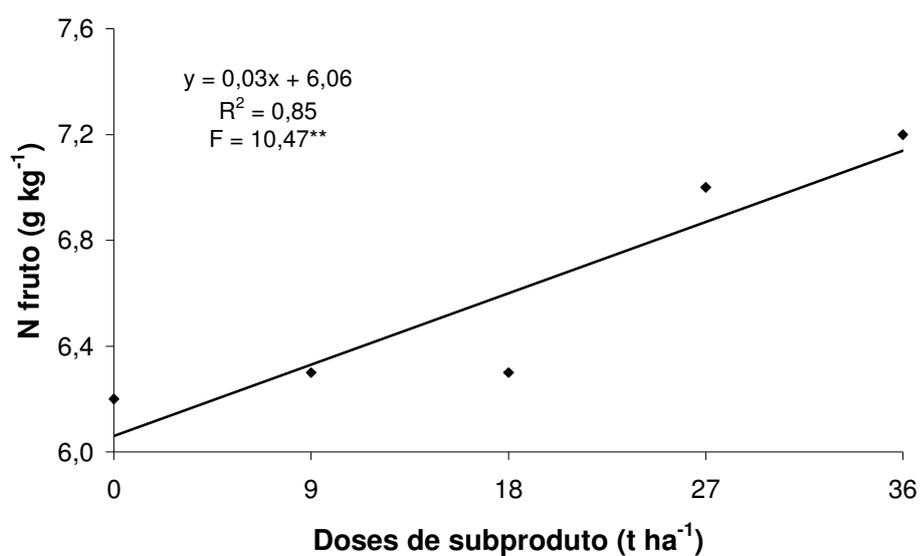


Figura 91. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de N em frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). ** - Significativo a 1%.

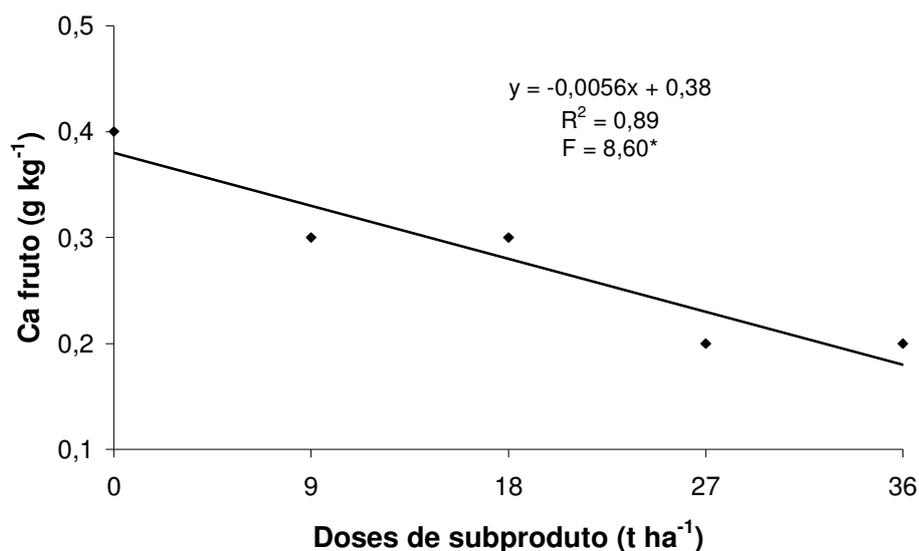


Figura 92. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre o teor de Ca em frutos, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). * - Significativo a 5%.

Como efetuado nas colheitas anteriores, procedeu-se a análise de correlação entre o teor de N e de Ca nos frutos, cuja resposta foi significativa e negativa (Figura 93), ou seja, conforme aumenta o teor de N diminui o de Ca, como verificado na quarta colheita de frutos (Figura 73). Assim, a mesma explicação pode ser usada para os dados apresentados nesta safra.

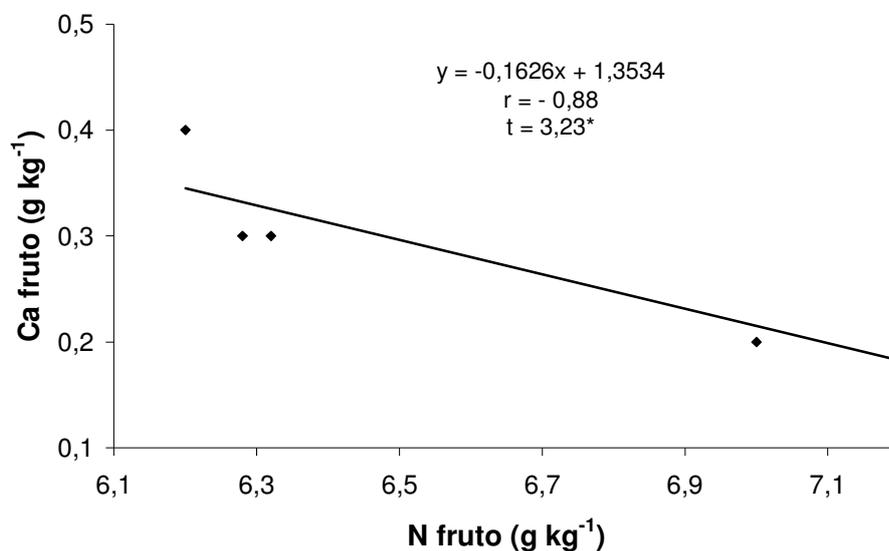


Figura 93. Correlação entre o teor no fruto de N e o teor no fruto de Ca (colheita: agosto a outubro de 2010), em pomar de goiabeiras. * - Significativo a 5%.

Na Tabela 54 é apresentado o resumo da análise de variância para a exportação de nutrientes para a sexta safra. A análise de contraste apresentou resultados significativos para os seguintes elementos: N, Mn e Zn, sendo que na comparação entre a adubação mineral e a orgânica, a primeira proporcionou maiores valores para nitrogênio e manganês. Ressalta-se que o mesmo resultado foi observado na análise anterior para o micronutriente. Com relação à comparação entre as sementes (moída e não moída), a exportação de zinco foi superior quando utilizadas sementes frescas.

Tabela 54. Resumo da análise de variância para a exportação de nutrientes pelos frutos de goiabeira, na colheita realizada entre agosto a outubro de 2010

Doses t ha ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹				
0	24,5	3,2	47	1,8	2,3	3,0	23	21	128	20	48
9	31,8	4,0	60,0	1,5	3,0	3,8	25	29	149	23	50
18	29,8	3,8	52,0	1,5	2,5	3,0	23	24	127	25	55
27	43,5	5,0	72,0	1,3	3,5	4,8	30	37	201	28	68
36	36,8	4,3	63,3	1,0	3,0	4,3	22	28	152	27	65
Efeito	L*	L*	L*	L*	L*	L*	ns	L*	ns	ns	L*
Sementes Moídas (SM) - média	33,3	4,1	58,9	1,4	2,9	3,8	25	28	151	25	57
Sementes Frescas (SF)	39,8	4,3	62,8	1,0	2,8	4,0	20	33	223	23	69
Rec. Mineral (RM)	42,5	3,8	64,0	1,0	2,8	4,5	23	28	198	33	59
Contraste	----- Valor F -----										
RM vs (SF+SM)	5,34*	0,34 ^{ns}	1,38 ^{ns}	2,91 ^{ns}	0,10 ^{ns}	3,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,04 ^{ns}	14,95**	0,01 ^{ns}
SF vs SM	3,29 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,01 ^{ns}	4,08 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,36 ^{ns}	3,96 ^{ns}	2,42 ^{ns}	4,31 ^{ns}	0,29 ^{ns}	4,89*
CV (%)	18,4	15,9	11,8	28,2	17,0	19,5	17,8	22,5	37,2	16,5	16,4

^{ns}, * e ** - Não significativo e significativo a 5 e 1%, respectivamente. L – linear.

¹As produções utilizadas para a realização dos cálculos foram os valores apresentados na Tabela 41, sendo para as doses de subproduto moído as seguintes produções: dose zero = 35,7; dose 9 = 45,6; dose 18 = 42,5; dose 27 = 56,4; dose 36 = 46,9; semente fresca = 46,5 e recomendação mineral = 52,3 t ha⁻¹ de frutos.

Em relação à análise de regressão, observa-se que houve significância para os macronutrientes e para o cobre e o zinco. No caso dos elementos N (Figura 94), P (Figura 95), K (Figura 96), Ca (Figura 97), Mg (Figura 98), S (Figura 99), Cu (Figura 100) e Zn (Figura 101) o melhor modelo de resposta foi o linear crescente, com exceção do cálcio para o qual o incremento das doses de subproduto provocou diminuição da exportação de Ca.

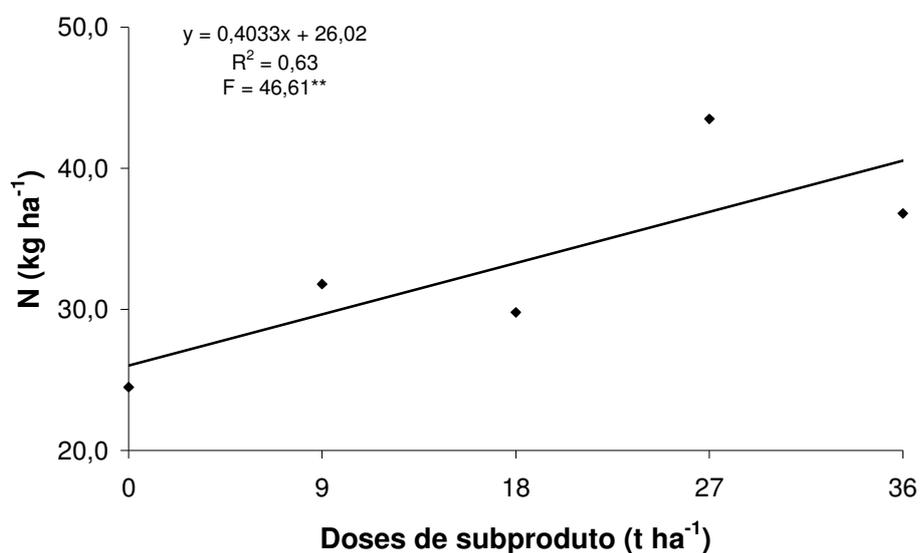


Figura 94. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de N por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). **

- Significativo a 1%.

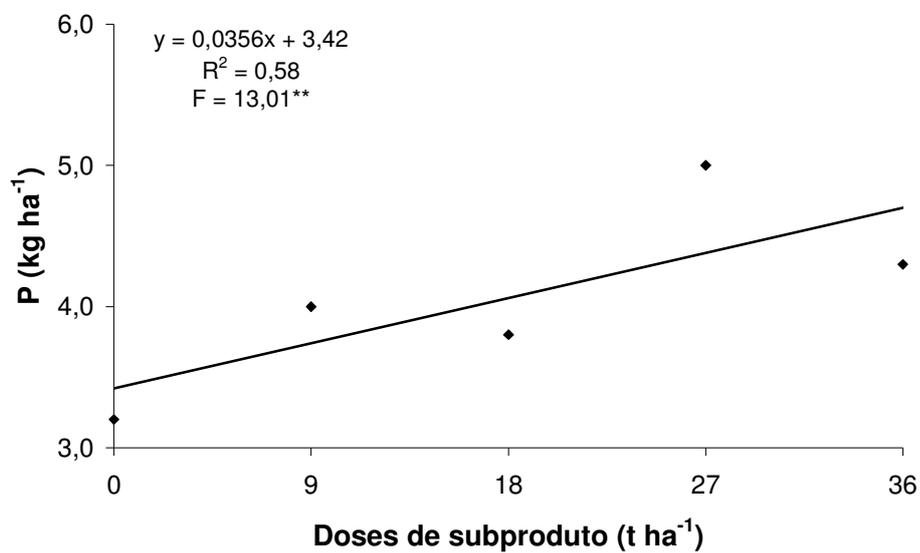


Figura 95. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de P por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). ** - Significativo a 1%.

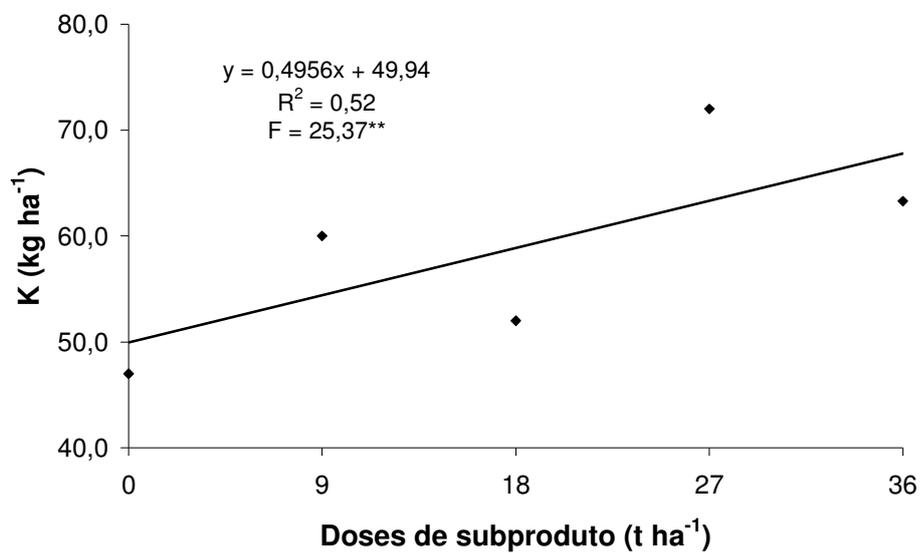


Figura 96. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de K por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). ** - Significativo a 1%.

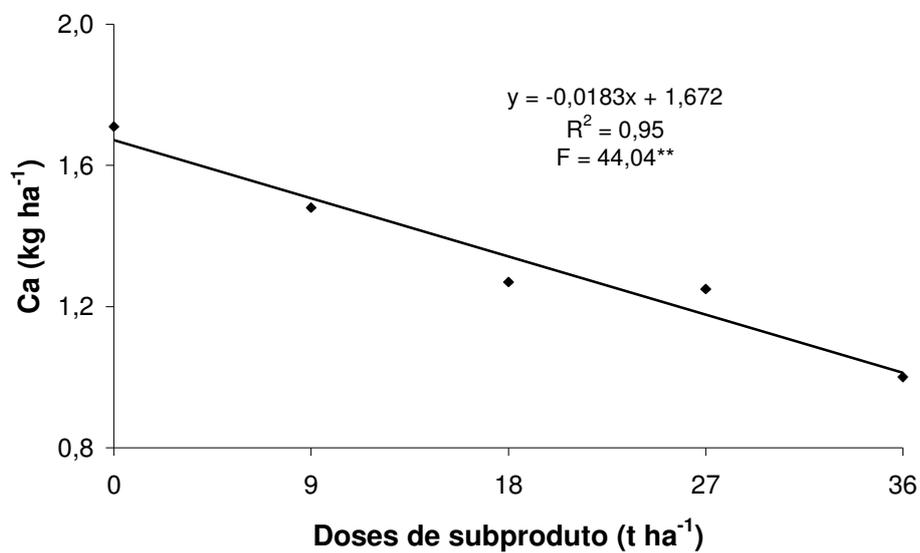


Figura 97. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Ca por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). ** - Significativo a 1%.

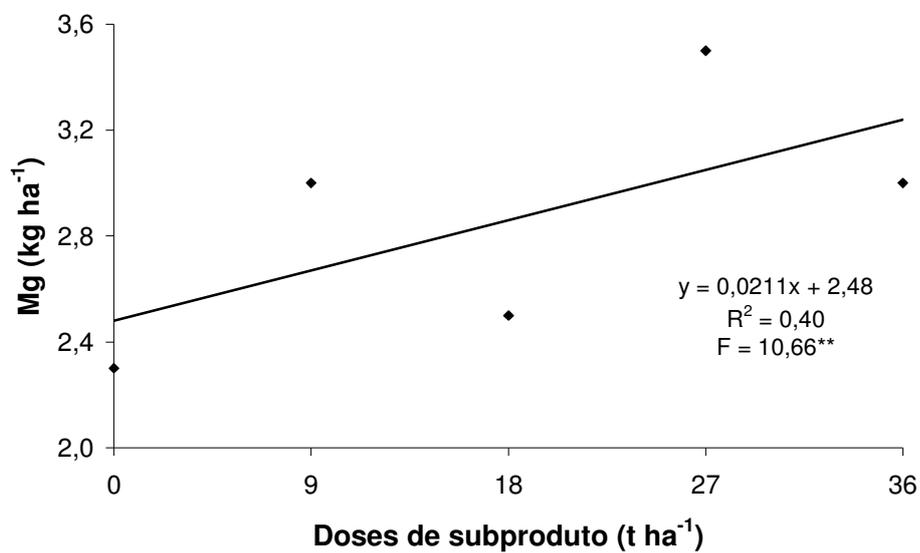


Figura 98. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Mg por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). ** - Significativo a 1%.

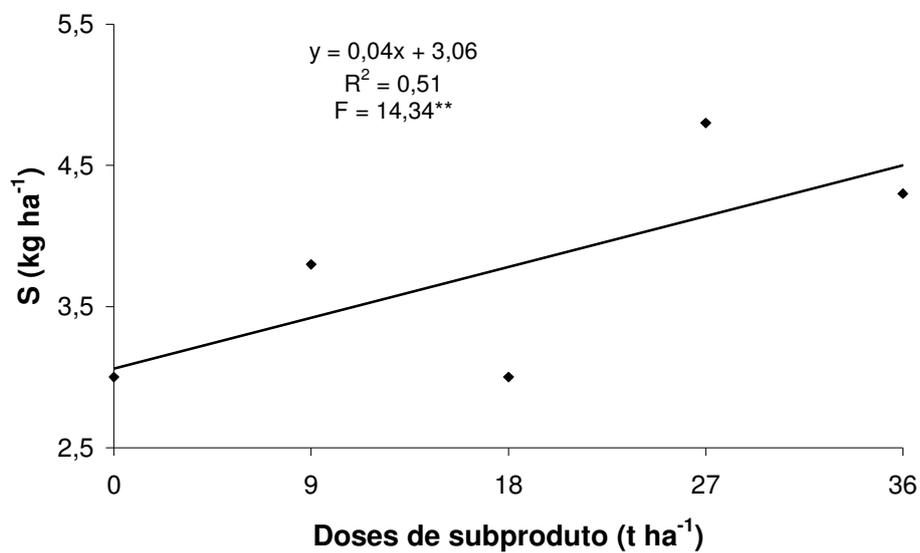


Figura 99. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de S por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). ** - Significativo a 1%.

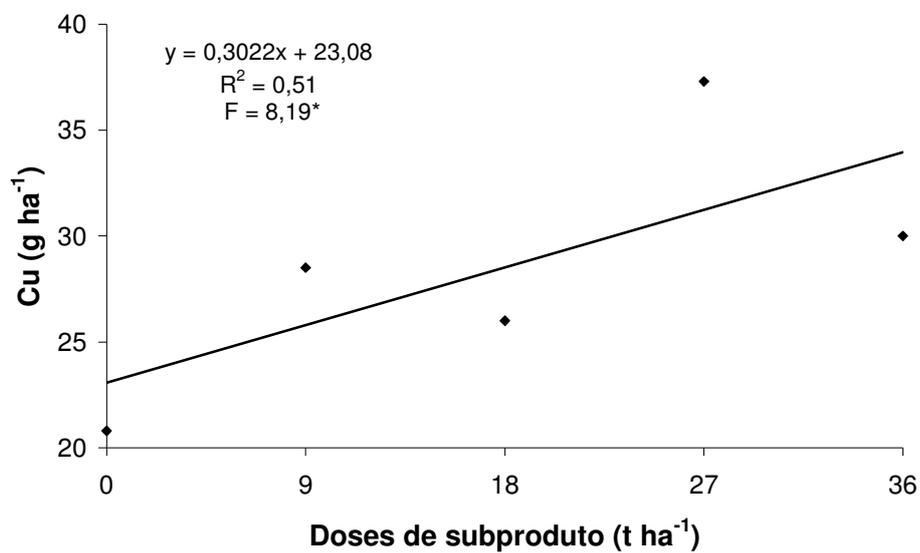


Figura 100. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Cu por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). * - Significativo a 5%.

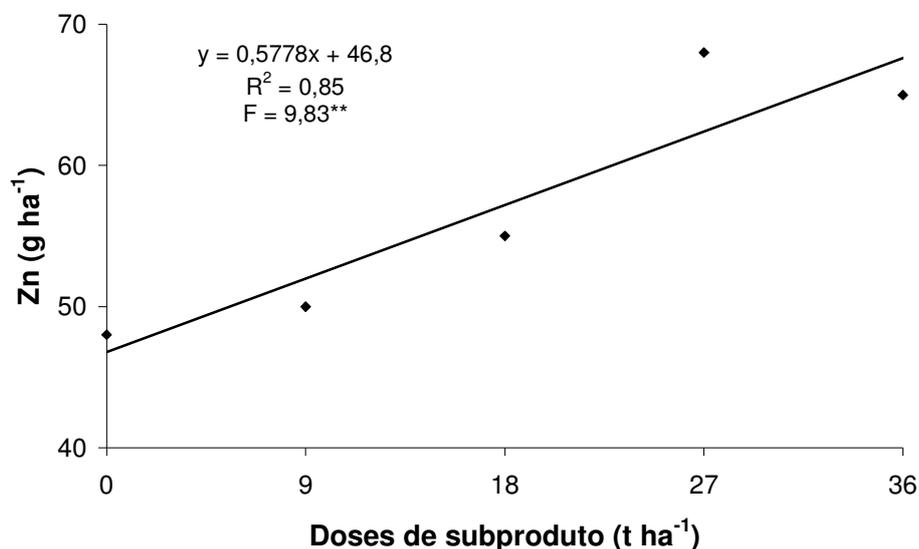


Figura 101. Efeitos da aplicação de doses do subproduto da indústria processadora de goiabas sobre a exportação de Zn por hectare, em pomar de goiabeiras (colheita: agosto a outubro de 2010). ** - Significativo a 1%.

Os nutrientes N, K, Cu e Zn apresentaram o mesmo comportamento da análise anterior.

Os macronutrientes mais exportados estão na ordem: K>N>P=S>Mg>Ca; e, para micronutrientes a ordem de exportação foi: Fe>Zn>Cu>Mn>B.

Realizando o acúmulo de nutrientes exportados para as três últimas colheitas, a ordem seria a seguinte para macro: K>N>P>S>Mg>Ca e, para micronutrientes: Fe>Zn>Mn>Cu>B. Tais resultados são próximos aos obtidos por NATALE (1993) que determinou para macro: K>N>P>S=Mg>Ca e micronutrientes: Zn>Mn=Fe>Cu>B.

De maneira geral, observou-se que com o aumento das doses de subproduto aplicadas, houve incremento na exportação de nitrogênio e potássio nas últimas três safras. No caso do N o resultado era esperado devido aos aumentos verificados na concentração de N no solo, no teor de N nas folhas, no índice SPAD e na clorofila, bem

como no teor de N nos frutos, visto que as doses do subproduto tiveram por base o nitrogênio. Para o potássio, apesar de alguns trabalhos em condições controladas terem constatado aumento do nutriente no solo, como MANTOVANI et al. (2004), CORRÊA et al. (2005) e TORRES (2008), não foram observadas diferenças no solo, no teor foliar e no teor no fruto. Porém, considerando a produção de frutos no cálculo da quantidade do nutriente exportado, verificou-se aumento da exportação de K com as doses do subproduto, a exemplo do que ocorreu com o P.

5. CONCLUSÕES

1. O subproduto da indústria processadora de goiabas promoveu alterações na fertilidade do solo. As doses do subproduto moído incrementaram as concentrações de N mineralizado, P e Mn e reduziram o valor pH.
2. A acidificação devido a aplicação do subproduto é mais paulatina, quando comparada com a aplicação de adubo mineral.
3. Na camada subsuperficial (0,20-0,40 m), após a aplicação contínua do subproduto, verificou-se aumento na concentração de P, em função das doses.
4. O aumento das doses do subproduto incrementou os teores foliares de N, Mg e Mn, o índice SPAD e o teor de clorofila *b* nas goiabeiras.
5. Os teores foliares de P e B foram superiores quando utilizado o subproduto, em comparação com a adubação mineral.
6. Com o incremento das doses do subproduto houve aumento da produção de frutos.
7. As variáveis de pós-colheita não sofreram alterações significativas com a aplicação do subproduto.
8. Com o incremento das doses do subproduto houve aumento no teor de N no fruto e redução no de Ca, além de aumentos na exportação de N e K.
9. Os macronutrientes mais exportados, em ordem decrescente foram: K>N>P>S>Mg>Ca; para os micronutrientes a ordem foi: Fe>Zn>Mn>Cu>B.
10. A aplicação de sementes não moídas pode ser uma opção, considerando-se os resultados apresentados.
11. A adubação com o subproduto da indústria processadora de goiabas em pomar de goiabeiras mostrou-se viável.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. F.; ANDRADE, J. C.; FALCÃO, A. A. Protocolos de análises químicas. In: ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. **Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2006. p. 121-158.

AGRIANUAL 2010; anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2010. p. 341-344.

ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.

AMAYA, D. R.; FARFAN, J. A. Nutrientes e substâncias bioativas da goiaba (*Psidium guajava* L.) e seus efeitos na saúde. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, 2009. v. 1. p. 27-83.

ARAÚJO, J. C. **Efeito do lodo da indústria de gelatina na fertilidade do solo e no capim tanzânia**. 2006. 36 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

ARNON, D. I. Copper enzyme in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 24, n.1, p. 1-15, 1949.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Washington, 1992. 1015 p.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).

BEMELMANS, P.; ROCHA, M. B.; ROZANE, D. E. Custo de implantação e produção da goiabeira no Estado de São Paulo. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, 2009. v. 1. p. 27-83.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VARVEL, G. E. Light reflectance compared with other nitrogen stress measurements in corn leaves. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, p. 934-938, 1994.

BOEIRA, R. C. **Uso do lodo de esgoto como fertilizante orgânico**: disponibilização de nitrogênio em solo tropical. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 3 p. (Comunicado Técnico, 12).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Aprova as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.

Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1, p. 20.

BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; FURLANI JÚNIOR, E.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Perspectivas de uso de métodos diagnósticos alternativos: medida indireta de clorofila. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCAV/Capes/Fundunesp, 2008. p. 135-160.

CANAL, E. C.; NÉRI, J.; COSTA, A. F. S. ; LIMA, I. M. ; ALVES, F. L.; SILVA, D. M. Caracterização dos pigmentos fotossintetizantes em quatro cultivares de limão verdadeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: SBF/Incaper, 2008. 1 CD-ROM.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375-470.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O. Determinação de nitrogênio inorgânico em solo pelo método da destilação a vapor. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p. 270-276.

CARMAGO, O. A.; BERTON, R. S. A disposição de rejeitos em solos agricultáveis. In: ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. **Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2006. p. 57-66.

CASTRO NETO, M. T.; CUNHA, G. A. P. Fenologia. In: MATOS, A. P. **Manga produção: aspectos técnicos**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. p. 17-18.

CESARIN, A. E.; MODESTO, V. C.; SOUZA, H. A.; DIAS, J. T.; ROZANE, D. E.; AMORIM, D. A.; NATALE, W. Liberação de nutrientes de restos vegetais provenientes da poda da goiabeira. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29., 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari: SBCS/Incapar, 2010. 1 CD-ROM.

CORRÊA, M. C. M.; FERNANDES, G. C.; PRADO, R. M.; NATALE, W. Propriedades químicas do solo tratado com resíduo orgânico da indústria processadora de goiabas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 241-243, 2005.

CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 69-78.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p. (Documentos, 15).

ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: UDESC, 2008. 230 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183 p.

FERNANDES, F. M. Manejo do nitrogênio e do enxofre no solo. In: VALE, D. W.; SOUSA, J. I.; PRADO, R. M. **Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Jaboticabal: FCAV, 2010. p. 97-118.

FERREIRA, F. R. Coleções de germoplasma de goiaba e espécies afins. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DA GOIABA, 3., 2009, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, 2009. 1 CD-ROM.

FONTES, P. C. R.; ARAUJO, C. **Adubação nitrogenada de hortaliças**: princípios e práticas com o tomateiro. Viçosa: UFV, 2007. 148 p.

FREITAS, J. M. N. **Efeito de três diferentes formulações de NPK sobre a fisiologia e a produção de plantas de cordilene baby (*Cordyline terminalis* (L.) Kunth, cv. **Baby Doll**)**. 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009.

FREITAS, L. M. S.; ROCHA, M. S.; FREITAS, G. B.; BARROS, J. N.; RESENDE, L. A.; MENDES, B. O. T.; LIU, I. M.; LIU, Y. M.; MATTOS, U. J. B. M.; BARELLA, T. P. Produção de goiaba (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma em função de diferentes adubações orgânicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: Incaper/SBF, 2008. 1 CD ROM

GUPTA, U. C. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 13-42.

IBRAHIM, S. A.; LBOUDI, A. E.; ABD EL-MOEZ, M. R. A trial for getting benefit from organic wastes of food industry. II. effect on plant growth and nutrients uptake. **Egypt Journal of Soil Science**, Cairo, v. 28, n. 3, p. 311-319, 1988.

JERÔNIMO, C. E. M.; CEZAR, G. M.; SANTIAGO JÚNIOR, A. F.; OLIVEIRA, V. G.; MELO, H. N. S. Caracterização dos resíduos das indústrias potiguares de beneficiamento de polpa de frutas. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., 2002. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABES, 2002. 1 CD-ROM.

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

LEAL, R. M.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; ZACCARO, R. P. Adubação nitrogenada na implantação e na formação de pomares de caramboleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1111-1119, 2007.

LEBOUDI, A. E.; IBRAHIM, S. A.; ABDEL-MOEZ, M. R. A trial for Getting Benefit from Organic Wastes of Food Industry. **Egypt Journal of Soil Science**, Cairo, v. 28, n. 2, p. 289-298, 1988.

LIMA, J. D.; MORAES, W. S.; MENDONÇA, J. C.; NOMURA, E. S. Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1609-1613, 2007.

LIMA JÚNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1092-1097, 2005.

LINDER, S. A proposal for the use of standardized methods for chlorophyll determinations in ecological and eco-physiological investigations. **Physiologia**

Plantarum, Copenhagen, v. 32, p. 154-156, 1974.

LOPES, A. S.; SILVA, C. A. P.; BASTOS, A. R. R. Reservas de fosfatos e produção de fertilizantes fosfatados no Brasil e no mundo. In: YAMDA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 13-33.

MAIA, J. L. T.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; MOAIS, P. L. D. Assessment on nutrient levels in the aerial biomass of irrigated guava in São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 705-709, 2007.

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

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Aubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

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

MANTOVANI, J. R.; YAGI, R. Matéria orgânica do solo. VALE, D. W.; SOUSA, J. I.; PRADO, R. M. **Manejo da Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. Jaboticabal: FCAV, 2010. p. 69-96.

MANTOVANI, J. R.; CORRÊA, M. C. M.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; NATALE, W. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 339-342, 2004.

MARTÍN, I.; ALONSO, N.; LÓPEZ, M. C.; PRIETO, M.; CADAHÍA, C.; EYMAR, E. Estimation of leaf, root, and sap nitrogen status using the SPAD-502 chlorophyll meter for ornamental shrubs. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 38, p. 1785-1803, 2007.

MARTINS, Z. J.; KATO, K. **Processamento**: produtos, características e utilização. Campinas: ITAL, 1988. p.121-139 (Série Frutos Tropicais, 6).

MOURA, A. R.; FREIRE, C. S.; SILVA, M. A. V.; SANTOS, H. R. B.; RIBEIRO, M. S.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Efeito da restrição nutricional nos pigmentos fotossintetizantes em mudas de pinhão manso. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9., 2009, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2009. CD ROM.

MURAKAMI, J. Y. Condução e manejo da poda na formação e manutenção de um pomar de goiabeira e sua implicação no controle da bacteriose. In: ROZANE, D. A.; COUTO, F. A. A. **Cultura da goiaba**. Viçosa: UFV/EJA, 2003. p. 109-120.

NAGAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. Em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 173-179, 2001.

NATALE, W. **Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) durante três anos**. 1993. 149 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

NATALE, W. Goiabeira: extração de nutrientes pela poda. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/Unesp, 1997.

NATALE, W. Adubação, nutrição e calagem na goiabeira. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, 2009. v. 1. p. 257-280.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; MÔRO, F. V. Alterações anatômicas induzidas pelo cálcio na parede celular de frutos de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1239-1242, 2005.

NATALE, W.; COUTINHO, L. E. M.; PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. MARTINS, M. C. Efeito da adubação N, P e K no teor de sólidos solúveis totais de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 6, n. 1, p. 69-75, 1995.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 22 p.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; CENTURION, J. F. Resposta da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma em formação à adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 92-96, 2001.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JÚNIOR, D. Goiabeira. In: CRISÓSTOMO, L. A.; MAUMOV, A. Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p. 104-124.

NAUMOV, A. Frutas tropicais do Brasil. In: CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. **Aduando para alta produtividade e qualidade**: fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza: Agroindústria Tropical, 2009. p. 6-12.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 471-550.

OLIVEIRA, L. H. S.; CORRÊA, M. C. M.; CRISÓSTOMO, L. L. A.; MOREIRA, R. C.; LOPES, W. C. Substratos à base de bagaço de caju e resíduo de coco verde para a produção de mudas de tomateiro. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 6., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/SEBRAE-CE/UFC, 2008. 1 CD ROM.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras: UFLA, 2006. p. 104.

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Melhoramento genético da goiabeira. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, 2009. v. 2, p. 371-398.

PIMENTAL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

PIMENTEL-GOMEZ, F. & GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

PIO, R.; VALE, M. R.; JUNQUEIRA, K. P.; RAMOS, J. D. **Cultura da goiabeira**. Lavras: UFLA, 2002. 28 p. (Boletim de Extensão, 27).

PIZA JÚNIOR, C. T. **A poda da goiabeira de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 30 p. (Boletim Técnico, 222).

PONS, T. L.; PEARCY, R. W. Nitrogen reallocation and photosynthetic acclimation in response to partial shading in soybeans plants. **Physiologia Plantarum**, Singapore, v. 92, p. 636-644, 1994.

PRADO, C. H. B. A. CASALI, C. A. **Fisiologia vegetal**: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição. Barueri: Manole, 2006. 448 p.

RAIJ, B. van. Acidez e calagem. In: VALE, D. W.; SOUSA, J. I.; PRADO, R. M. **Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Jaboticabal: FCAV, 2010. p. 37-68.

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

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

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1637-1645, 2004.

REBOUÇAS, K. O.; CORRÊA, M. C. M.; MOREIRA, R. C.; OLIVEIRA, L. H. S.; ARAGÃO, F. A. S. Desenvolvimento, produção e qualidade de pimentão 'Tico' em função da adubação orgânica com bagaço de caju. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 54., 2008, Vitória. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. CD-ROM.

ROZANE, D. E.; BRUGNARA, V.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. Condução, arquitetura e poda da goiabeira para 'mesa' e/ou 'indústria'. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, 2009a. v. 2. p. 429-470.

ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; ALVES, A. U.; TANIGUSHI, C. A. K.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E. Nitrogênio inorgânico em latossolo tratado com o resíduo da indústria processadora de goiabas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DA GOIABA, 3., 2009b, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, 2009b. 1 CD-ROM.

ROZANE, D.E.; NATALE, W.; PRADO, R.M.; BARBOSA, J.C. Tamanho da amostra foliar para avaliação do estado nutricional de goiabeiras com e sem irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 233-239, 2009c.

RUGGIERO, C. O potencial da fruticultura para o século XXI. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, 2009. v. 1. p. 13-26.

SALAZAR, D. M.; MELGAREJO, P.; MARTINEZ, R.; MARTINEZ, J. J.; HERNANDEZ, F.; BURGUERA, M. Phenological stages of the guava tree (*Psidium guajava* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 108, n. 2, p. 157-161, 2006.

SHAAHAN, M.M.; EL-SAYED, A.A.; ABOU EL-NOUR, E.A.A. Predicting nitrogen, magnesium and iron nutritional status in some perennial crops using a portable chlorophyll meter. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 82, p. 339-348, 1999.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 275-374.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

SOUZA, 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. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 205-276.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. p. 216-252.

TORRES, M. H. **Avaliação do resíduo da indústria processadora de goiabas aplicado como fertilizante**. 2008. 61 f. Monografia (Trabalho de graduação em

Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

TRESSLER, D. L.; JOSLYN, M. A., **Fruits and vegetables juice-processing technology**. Westport: The AVI Publications, 1961. 1028 p.

VIDAL, I. P. Riego y fertirrigación. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, 2009. v. 1, p. 235-256.

APÊNDICE 1

Precipitação média de chuvas no período experimental:

Meses	2006	2007	2008	2009	2010
	----- mm -----				
Jan.	237,9	430,8	355,9	239,7	287,9
Fev.	316,6	209,6	322,0	334,9	99,2
Mar.	193,9	128,7	182,0	172,5	180,5
Abr.	25,9	27,2	98,3	98,6	60,7
Mai.	13,0	71,1	32,6	21,7	19,1
Jun.	9,8	4,9	5,5	19,4	8,9
Jul.	5,5	65,0	0,0	19,7	3,8
Ago.	10,1	0,0	22,2	84,8	0
Set.	34,7	4,3	11,9	203,4	69,2
Out.	110,9	60,6	47,9	68,9	125,2
Nov.	278,3	187,3	93,7	120,2	96,7
Dez.	343,1	120,0	212,4	257,5	187,5
Média	1.579,7	1.309,5	1.384,4	1.641,3	1.138,7

APÊNDICE 2

Temperaturas médias mínimas no período experimental:

Meses	2006	2007	2008	2009	2010
	----- °C -----				
Jan.	19,9	20,9	19,8	19,6	20,6
Fev.	20,0	19,9	19,2	20,1	20,4
Mar.	20,2	19,9	17,6	19,8	19,9
Abr.	17,2	18,8	16,4	17,0	17,0
Mai.	12,7	14,3	12,5	15,3	13,7
Jun.	12,8	13,5	14,1	12,0	11,9
Jul.	12,9	12,9	12,9	14,3	13,8
Ago.	14,4	14,2	15,1	14,6	13,2
Set.	15,8	17,5	14,7	17,9	16,9
Out.	18,5	19,6	19,4	18,3	17,2
Nov.	18,8	18,6	18,9	20,8	18,5
Dez.	20,5	19,8	19,0	20,3	20,4
Média	17,0	17,5	16,6	17,5	16,9

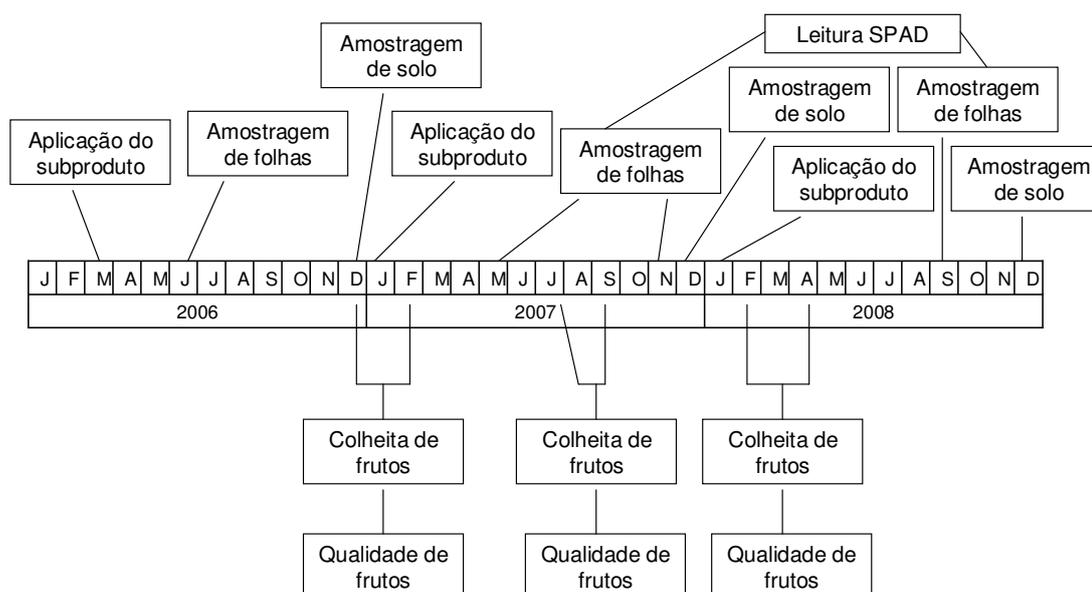
APÊNDICE 3

Temperaturas médias máximas no período experimental:

Meses	2006	2007	2008	2009	2010
----- °C -----					
Jan.	30,5	28,7	28,7	29,3	30,0
Fev.	30,1	30,4	30,7	30,7	31,6
Mar.	30,4	31,4	29,6	30,2	30,9
Abr.	29,2	30,6	28,8	28,8	28,9
Mai.	26,4	26,6	26,4	27,8	26,8
Jun.	26,8	27,4	27,2	24,7	26,8
Jul.	28,3	26,4	28,0	27,6	28,5
Ago.	27,0	27,2	30,5	28,0	30,0
Set.	27,7	30,8	28,4	29,2	30,9
Out.	30,1	33,0	31,7	30,4	30,0
Nov.	30,3	29,6	31,5	31,7	30,5
Dez.	29,5	30,9	30,1	29,3	30,7
Média	28,8	29,4	29,3	29,0	29,6

APÊNDICE 4

Fluxograma das atividades desenvolvidas no experimento, ao longo de 2006, 2007 e 2008:



APÊNDICE 5

Fluxograma das atividades desenvolvidas no experimento, ao longo de 2009 e 2010:

