

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CIÊNCIA DO SOLO

TESE

**Manejo dos Restos Culturais do Abacaxizeiro (*Ananas*
Comosus (L) Merrill) “Smooth Cayenne” e os seus Efeitos
na Fertilidade do Solo e na Nutrição da Planta.**

Alecsandra de Almeida

2002

534.444
H447m
T



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MANEJO DOS RESTOS CULTURAIS DO ABACAXIZEIRO (*Ananas comosus* (L) Merrill) “SMOOTH CAYENNE” E OS SEUS EFEITOS NA FERTILIDADE DO SOLO E NA NUTRIÇÃO DA PLANTA.

ALECSANDRA DE ALMEIDA

Sob Orientação do Professor
Eduardo Lima

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Philosophiae Doctor** em Agronomia, área de concentração Ciências do Solo, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Seropédica, RJ
março de 2002

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

ALECSANDRA DE ALMEIDA

Tese submetida ao curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo, como requisito parcial para obtenção do grau de Philosophiae Doctor, em Agronomia.

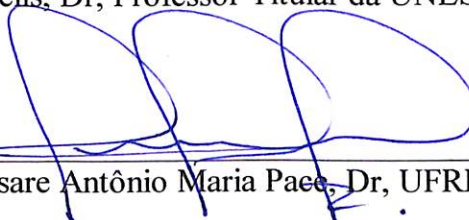
TESE APROVADA EM 20/03/2002.



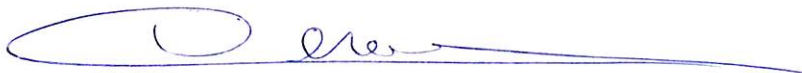
Eduardo Lima, Dr, UFRRJ.



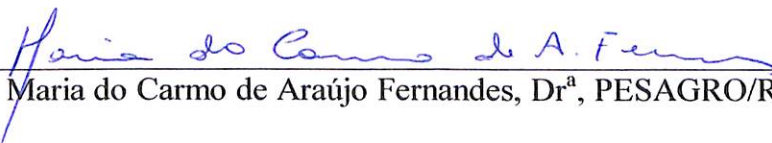
Antônio Tubelis, Dr, Professor Titular da UNESP/Botucatu.



Cesare Antônio Maria Paes, Dr, UFRRJ.



Ede Cereda, Dr, Professor Titular da UNESP/Botucatu.



Maria do Carmo de Araújo Fernandes, Dr^a, PESAGRO/RJ.

634.774 Almeida, Alecsandra de.
A447m Manejo dos restos culturais do
T abacaxizeiro (*Ananas*
comosus (L) Merrill) "Smooth Cayenne" e
os seus efeitos na fertilidade do
solo e na nutrição da
planta/Alecsandra de Almeida.-2002.
iv, 115f. : il.

Orientador: Eduardo Lima.

Bibliografia: f. 28-40, 84-89
110-115.

Tese (doutorado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Agronomia.

1. Abacaxi-Cultivo-
Teses. 2. Abacaxi-Nutrição-
Teses. 3. Solos-Teor de composto
orgânico-Teses. 4. Solos-Fertilidade-
Teses. I. Lima, Eduardo. II.
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Instituto de Agronomia. III.
Título.

AGRADECIMENTOS

A Universidade de Taubaté pela bolsa, pelo apoio financeiro à execução do trabalho de pesquisa, e pelo estímulo ao aperfeiçoamento do seu corpo docente.

A Universidade Rural do Rio de Janeiro, e especialmente ao Instituto de Agronomia pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Prof. Dr. Eduardo Lima pelo acolhimento.

A Dra. Maria do Carmo de Araújo Fernandes (PESAGRO/RIO) pela doação do biofertilizante-Agrobio.

Ao Sr. Paulo Pereira Gurgel Filho pela doação das mudas de abacaxizeiro.

Aos Professores Ricardo Luiz Louro Berbara e Pedro Magalhães Lacava pelo empréstimo das centrífugas.

Ao Prof. Vagner José Oliva pelas sugestões.

Aos Professores Serafim Daniel Balestero e João Gadiolli pela ajuda.

Aos amigos Prof. Luiz Carlos Loberto e Prof. Luciano Ricardo Marcondes da Silva pelo apoio.

À amiga Conceição pela convivência e pelo companheirismo.

Ao Eng. Agrônomo Marcelo Alves (ESALQ) pelas orientações no uso do programa SAS.

Aos funcionários da Fazenda Piloto do Departamento de Ciências Agrárias da UNITAU pela valiosa ajuda no desenvolvimento do experimento.

À D. Cida (D.Apparecida das plantas medicinais) pela dedicação e pela valiosa ajuda.

As funcionárias da Biblioteca do Departamento de Ciências Agrárias – Miriam, Adélia e Cidinha pela ajuda na seleção do material bibliográfico.

Aos funcionários do Laboratório de Análises de Solo do Instituto de Agronomia da UFRRJ – Irany e Rodrigo, pelo empenho.

Aos Sr. Odair (casa do mel) e aos acadêmicos Mariela, Lisley e Fabrizio pela ajuda no laboratório e na condução do experimento.

SUMÁRIO

	página
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
RESUMO.....	02
ABSTRACT.....	03
1. CAPÍTULO I-REVISÃO DE LITERATURA	
1.1. REFERENCIAL TEÓRICO....	04
1.1.1. O abacaxizeiro.....	05
1.1.2. Resíduos vegetais.....	15
1.1.3. Efeitos da adubação orgânica nas propriedades do solo.....	22
1.1.4. O Biofertilizante.....	26
1.2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
2. CAPÍTULO II-EFEITOS DO MANEJO DOS RESTOS CULTURAIS DO ABACAXIZEIRO SOBRE A QUALIDADE DO SOLO	41
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	43
2.1.INTRODUÇÃO.....	44
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	48
2.2.1. Área do experimento.....	48
2.2.2. Delineamento estatístico e tratamentos.....	48
2.2.3. Os restos culturais.....	48
2.2.4. Instalação do experimento, plantio e manejo da cultura.....	48
2.2.5. Amostragem.....	50
2.2.6. Parâmetros avaliados.....	50
2.2.6.1. Avaliação da mesofauna edáfica.....	50
2.2.6.2. Extração e fracionamento da matéria orgânica.....	51
2.2.6.3. Análise da fertilidade do solo.....	53
2.2.6.4.Quantificação dos restos culturais remanescentes e da vegetação espontâneas.....	53

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
2.3.1. Monitoramento do aporte de restos vegetais no solo.....	55
2.3.2. A mesofauna edáfica.....	57
2.3.3. Teores de carbono orgânico total do solo.....	64
2.3.4. Frações da matéria orgânica.....	66
2.3.5. pH e macronutrientes no solo	73
2.4. CONCLUSÕES	83
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
3. CAPÍTULO III-EFEITOS DO MANEJO DOS RESTOS CULTURAIS DO ABACAXIZEIRO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA PLANTA E A QUALIDADE DO FRUTO.....	90
RESUMO.....	91
ABSTRACT.....	92
3.1. INTRODUÇÃO.....	93
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	97
3.2.1. Avaliação das características das plantas.....	97
3.2.2. Avaliação das características físicas dos frutos.....	97
3.2.3. Avaliação das características químicas dos frutos.....	97
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	98
3.3.1. Teores foliares de nutrientes.....	98
3.3.2. Características físicas das plantas.....	100
3.3.3. Características físicas dos frutos.....	104
3.3.4. Características químicas dos frutos.....	105
3.4. CONCLUSÕES.....	109
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

INTRODUÇÃO GERAL

Na antigüidade, com a necessidade de incrementar a produção de alimentos, reduziu-se o pousio, e a demanda de material orgânico para adubação aumentou. Conseqüentemente, a mão-de-obra e o tempo despendido com a fertilização orgânica também aumentaram. Ao mesmo tempo, as áreas de pastagem e de produção de forrageiras, para sustentar a exploração animal, principal fonte de adubo orgânico, foram dando lugar à produção de grãos, limitando assim, a disponibilidade de adubo orgânico. Estes fatores, associados ao surgimento dos fertilizantes sintéticos, foram levando ao reduzido uso do referido adubo na agricultura.

O cultivo intensivo e a monocultura confluíram para a redução da produtividade das culturas agrícolas, sendo que o uso de doses cada vez mais elevadas de fertilizantes passou a ser a solução para manutenção da produtividade. Todavia, o que tem-se observado é uma dificuldade cada vez maior de recuperação econômica devido ao alto custo, ao menor aproveitamento do fertilizante pelas plantas em função das elevadas perdas por lixiviação e por volatilização.

Em função do exposto, uma das saídas é incrementar o teor de matéria orgânica deste solos, visto ser na fração orgânica onde se concentram os nutrientes dos solos empobrecidos.

Os restos de cultura são recursos vitais para a conservação da produtividade do solo. Não somente como substratos primários para reabastecer o solo com matéria orgânica, mas também por servirem como importante fonte de nutrientes e exercerem papel fundamental na conservação do solo e água.

Os benefícios dos restos culturais na conservação do solo e da água se devem à manutenção da estrutura física, protegendo os agregados contra a dispersão e conseqüente formação de camadas adensadas que dificultam a infiltração.

Contudo, devido a ocorrência de pragas e doenças, estes restos culturais são queimados ou aproveitados para outros fins visando a diminuir a fonte de inóculo. No caso dos restos de cultura do abacaxizeiro, a queima é prática usada no controle de cochonilhas (*Dysmicoccus brevipes*) e da fusariose (*Fusarium moniliformis* Sheld. Var. *subglutinans* W.R e R.G.). Estudos têm sido desenvolvidos no sentido de aproveitar estes restos na alimentação animal, e na obtenção de álcool etílico, amido e bromelina.

Quando estes restos culturais são removidos para alimentação animal ou para outros fins, os benefícios com relação às condições do solo não são atendidos. Como resultado, manter a produtividade poderá ser mais difícil, pois mantê-la envolve proteção do solo contra perdas por erosão, manutenção da matéria orgânica e da alta atividade biológica, do equilíbrio nutricional das plantas e das vantagens econômicas e sociais.

Assim, o desenvolvimento de estratégias agronômicas, que viabilizem a utilização eficiente dos resíduos de cultura, demandam o conhecimento dos fatores que envolvem a sua decomposição e o destino deste recurso quando aplicado no solo.

RESUMO

ALMEIDA, Alecsandra de. **Manejo dos restos culturais de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L (Merril) “Smooth Cayenne” sobre a fertilidade do solo e a nutrição da planta**. Seropédica: UFRRJ, 2002, 115p. (Tese de Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo.

Este trabalho foi realizado em condição de campo, com o objetivo de avaliar o efeito dos restos culturais de abacaxizeiro sobre a qualidade do solo, a nutrição da planta e a qualidade do fruto, expressos pela mesofauna edáfica de artrópodes, pela dinâmica das frações da matéria orgânica, pela fertilidade do solo, pela nutrição da planta, e pelas características do fruto. As mudas do tipo filhote foram plantadas no mês de junho, em um latossolo vermelho amarelo, que recebeu de 0, 30 e 60t/ha de restos culturais, aplicados superficialmente e incorporados a 10cm de profundidade, com e sem a adição do biofertilizante-Agrobio a 10% (v/v) no momento da aplicação dos restos. A partir do terceiro mês do plantio, as parcelas com Agrobio receberam aplicações mensais na concentração de 3% (v/v). As plantas foram adubadas, antes do plantio, com superfosfato simples utilizando a recomendação de 1,0g de P_2O_5 por planta e sulfato de amônio e sulfato de potássio nas recomendações de 4,0g de N e 1,2g K_2O por planta. A adição de restos da cultura proporcionou maiores valores de pH. Inicialmente, os tratamentos causaram redução nos teores de carbono com posterior recuperação. A distribuição do carbono orgânico nas diversas frações da matéria orgânica oscilou entre as épocas de amostragem, e aos 450 dias da adição dos restos verificou-se menores teores na fração de ácido húmico e humina e altos teores na fração ácido fúlvico. Identificou-se, durante 15 meses uma densidade de 13.415 indivíduos/m², com predomínio de Acari e Collembola. A maior densidade de indivíduos foi observada na primeira amostragem, aos 90 dias após a adição dos restos. Os níveis P, Ca, K, e Mg no solo aumentaram, e os valores de pH foram mais elevados em consequência da adição dos restos. Os teores foliares de macro e micronutrientes não variaram em função dos tratamentos, mas houve efeito sobre as relações Ca/K e K/Mg. Elevados teores de potássio proporcionaram baixas relações Ca/K e elevadas relações K/Mg. Os tratamentos 60Ci e 60Ss resultaram maior produção de matéria seca foliar, enquanto que os tratamentos com restos da cultura foram superiores a testemunhas, e iguais entre si para o número de folhas. O peso médio dos frutos variou de 1395,4 a 1625,0g. O peso e o comprimento da coroa variaram de 19,7 a 22,2cm, e 236,0 a 267,3g, respectivamente. Quanto às características químicas dos frutos, a acidez total titulável total variou de 0,56 a 0,68g de ácido cítrico/100g de polpa, o teores de sólidos solúveis totais foram mais elevados nos tratamentos com restos, que variaram de 15,1 a 16,9, e as relações SST/ATT variaram de 22,8 a 30,7.

Palavras chave: abacaxizeiro, fertilidade do solo, nutrição da planta, qualidade do fruto.

ABSTRACT

ALMEIDA, Alecsandra de. **Handle of plant pineapple residues (*Ananas comosus* L (Merril) "Smooth Cayenne" in the soil fertility, plant nutrition, and in the fruit quality.** Seropédica: UFRRJ, 2002, 115p. (Thesis, Philosophiae Doctor Science Agronomy, Soil Science).

This study was conducted in field conditions, in order to evaluate the effect of the use of crop residues of pineapple plant in the soil quality, exposure for edaphic arthropods mesofauna, fraction organic matter dynamic, soil fertility, plant nutrition, plant The slips was planted in June, in the dystrophic red yellow latosol, with residues of pineapple plant, in the rates of 30 and 60 t/ha, placed on the surface and buried at 10 cm below the surface, with and without biofertilizer-Agrobio 10%(v/v), in the moment of addition residues and sprays monthly on the 3% (v/v) characteristics, and quality of fruits.) after second month from the planting. The plants was fertilized, before planting, with simple superphosphate using the recommendation by 1,0g of P_2O_5 for plant, and after second month with com ammonium sulfate and potassium sulfate on the recommendation of 4,0g of N e 1,2g of K_2O per plant. The addition of residues provided highest values of pH. Initially, there were reduction on the contents of carbono, with recovery later. The distribution of carbono in the different organic matter fractions oscillated between the sample seasons, and at 450 days after addition the residues were found small rates in the humic acid e humina fractions, and higher values in the fulvic acid fraction. Registered during 15 months, an density of 13.415 animals/m², with predominancy of Acari and Collembola. The highest density of animals were observed in the first sample, at 90 days after addition the residues. The level of P, Ca, K, and Mg in the soil increased, and the pH values were increased by residues additon. The leaf values of macro and micronutirents was similar between treatments, but there was significant effect of the Ca/K e K/Mg ratio. Increasing the rate of potassium produced reduction Ca/K ratio, and increased K/Mg ratio. The treatments 60Ci e 60Ss resulted highest leaf dry matter production, while the treatments with residues addition was highest at control, and identic between itself for leaf number. The fruit average weight varied between 1395,4 to 1625,0g. The crown weight and length changed between 19,7 to 22,2 cm, and 236,0 to 267,3 g, respectively. As per the fruit chemistry characteristics, a ATT varied between 0,56 to 0,68 g citric acid/100g pulp, the SST was highest in the residues treatments and varied between 15,1 to 16,9. The SST/ATT ratio varied between 22,8 to 30,7.

Key Words: pineapple plant, soil fertility, plant nutrition, plant characteristics, fruit characteristics.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1. O Abacaxizeiro

1.1.1.1. Aspectos Gerais

O abacaxizeiro é uma planta tropical originária de regiões de clima quente e seco ou de pluviosidade irregular. Em função disso, buscando formas de sobreviver às condições de estresse hídrico, a planta utiliza o metabolismo ácido crassuláceo (CAM) para proceder a fixação do carbono atmosférico. Estas plantas regulam a abertura dos estômatos de modo a minimizar as perdas de água por transpiração. Para tanto, a abertura dos estômatos ocorre no período noturno, quando então o CO₂ é armazenado na forma de ácidos orgânicos. Dependendo das condições do meio em que a planta é cultivada, podem ser utilizadas duas rotas metabólicas diferentes, que induzirão rendimentos fotossintéticos também diferentes (Ferri, 1985). É o somatório da matéria orgânica fixada pelo processo fotossintético com os constituintes minerais que a planta absorve do solo que fornecerá a produção de matéria seca, a qual exprimirá a taxa de desenvolvimento vegetativo.

O ciclo desta cultura pode ser dividido em três etapas: fase vegetativa, fase produtiva, e fase propagativa, e varia em torno de 12 a 30 meses em função da muda utilizada. Sua propagação é vegetativa mediante estruturas produzidas pela planta (Dull, 1971; Py et al., 1984; Savitci et al., 1986; Bleinroth, 1996). Usando mudas do tipo rebentões e filhotes-rebentões o ciclo varia de 12 a 15 meses, usando filhotes o ciclo é de 18 meses, e usando a coroa o ciclo varia de 24 a 30 meses, dependendo do tamanho.

No Brasil, o cultivar Pérola é o mais plantado, particularmente na região Nordeste. Entretanto, este cultivar tem difícil comercialização na Europa e nos Estados Unidos, devido às suas características físicas e químicas. Ao contrário, o cultivar Smooth Cayenne tem grande aceitação nestes mercados por apresentar fruto de formato cilíndrico com peso variando de 1,3 a 2,5kg, polpa amarela, alta acidez e teor elevado de açúcar. Por estes motivos, as características físico-químicas deste cultivar têm sido intensamente estudadas (Smith, 1988 a e b; Zosangliana e Narasimham, 1993; Bartholomé et al., 1995).

O conhecimento das necessidades nutricionais e dos períodos de maior absorção é fundamental para o adequado suprimento das exigências nutricionais da cultura. Todavia, além das exigências nutricionais próprias, as condições do clima, do solo, da adubação, e do manejo da cultura acarretam diferenças pronunciadas nas quantidades de nutrientes absorvidos pela cultura, fatores de importância relevante na elaboração de um programa racional de adubação.

Em plantas originadas de mudas tipo filhote, a maior extração de nutrientes pelo abacaxizeiro ocorre a partir do sexto mês do plantio, tornando-se significativa a partir do nono mês, especialmente em N e K. A extração de N, P, e K aumenta com a idade da planta, alcançando o máximo durante o 18º mês, fase em que os frutos já estão com a maturação fisiológica completa. A absorção de nutrientes aumenta de forma expressiva, antecedendo a floração. Assim, o *status* nutricional da planta, nessa fase, é um fator determinante da produção (Follet-Smith e Bourné, 1936).

A produção de restos culturais provenientes do cultivo do abacaxi é apreciável. O rendimento da soqueira (folhas + caule) três meses após a colheita do fruto e das mudas foi determinada por Hiroce et al., (1977) que obtiveram 83,3 e 15,5 t/ha de soqueira fresca e seca, respectivamente, e Couto (1985), utilizando uma densidade de 28.000 plantas/ha, conseguiu 15,4 t/ha de soqueira seca.

Como a exportação de nutrientes pelo fruto e pela coroa é relativamente pequena frente ao total absorvido, a devolução dos restos culturais representados pelas folhas, pelo talo e pelo sistema radicular, pode resultar no retorno de apreciável quantidade de nutrientes, além da matéria orgânica, primordial para o sucesso do processo de nutrição das plantas.

A fusariose ocasionada pelo fungo *Fusarium moniliforme* Sheld, var. *subglutinans* WR.& RG., constitui-se no principal problema sanitário da cultura do abacaxi no Brasil. Segundo Cunha et al., (1994) a fusariose é responsável por perdas superiores a 30 % na produção brasileira.

Este fungo é capaz de infectar todas as partes da planta, provocando exudação de goma na região afetada. Nas plantas em fase de crescimento e nas mudas, a lesão é observada no caule e na porção basal aclorofilada das folhas, e sob ataque muito intenso, as mudas, principalmente os filhotes, podem secar e morrer.

O fruto de abacaxizeiro atacado pela fusariose apresenta, caracteristicamente exudação de goma através da cavidade floral, que leva ao apodrecimento do fruto.

As mudas infectadas, principalmente aquelas com infecção bastante incipiente, representam papel importante, do ponto de vista epidemiológico, uma vez que a infecção não é detectada durante a seleção pré-plantio das mudas, contribuindo sobremaneira para o desenvolvimento de epidemias de fusariose (Matos, 1985).

A sobrevivência de propágulos deste fungo no solo, em condições naturais, é relativamente pequena indicando baixa capacidade sarpofítica competitiva do fungo. Além disso, o patógeno é raramente isolado de solos coletados em plantios de abacaxi onde ocorreu alta incidência de fusariose (Maffia, 1977).

Em restos culturais, o *Fusarium moniliforme* var *subglutinans* sobrevive por um período inferior a dez meses (Matos et al., 1981). Este resultado, aliados à incapacidade do patógeno em infectar as plantas de abacaxi via solo, tornam viável a utilização de áreas onde houve alta incidência da fusariose, para instalação de novos plantios. Esta viabilização é obtida, com raras exceções, queimando os restos culturais, apesar de Maffia, (1977) verificar que a incorporação dos restos da cultura ao solo não promover a infecção da cultura subsequente.

Assim, verifica-se que o ponto fundamental no controle da fusariose do abacaxizeiro está no emprego de mudas sadias.

1.1.1.2. Respostas do abacaxizeiro à adubação com macronutrientes.

Via de regra, o abacaxizeiro desenvolve um sistema radicular limitado, que se concentra principalmente nos primeiros 15 cm do solo e não apresenta a exuberância observada em outras espécies vegetais. Existem propriedades do solo, relacionadas principalmente a suas características, que podem favorecer o desenvolvimento deste sistema radicular, tornando-o mais apto a exercer as suas funções de absorção de nutrientes e de água para a planta.

As características físicas do solo que mais contribuem para um bom desenvolvimento das raízes do abacaxizeiro são aquelas relacionadas a uma boa aeração e boa drenagem, visto que esta planta é muito sensível as condições de

encharcamento. Por essa razão, solos de textura média com boa aeração, sem impedimentos da drenagem, são os mais indicados para a cultura (Teiwes e Gruneberg, 1963; Albrigo, 1966; Py, 1969 e Malavolta et al., 1974).

Quanto às condições de acidez do solo, Magalhães et al., (1977) em Coração de Maria/Ba, trabalhando com o cultivar Pérola em solos com pH inicial acima de 5,0, não observaram efeito significativo da calagem sobre a produção e o peso do fruto.

Para Bartholomew e Kadziman (1975), a faixa ótima de pH está entre 4,5 e 5,5. Também Lee (1978), em trabalho conduzido com o cultivar Smooth Cayenne, em solução nutritiva, concluiu que o pH ótimo para o crescimento das plantas está na faixa de 4,0 a 6,0.

Py et al., (1984) também constataram a capacidade de adaptação do cultivar Smooth Cayenne às variações nas condições de acidez do solo, mencionando que o pH ótimo situa entre 4,5 e 5,5.

Avaliando a produção do cultivar Smooth Cayenne submetido a diferentes condições de acidez do solo, obtidas através da incorporação de doses crescentes de calcário dolomítico a um solo que se apresentava inicialmente com pH igual a 4,0, Souza et al., (1986) observaram que as diferentes condições de acidez do solo pouco afetaram a produtividade do abacaxizeiro, e revelaram uma alta capacidade de adaptação deste cultivar a uma variação de pH entre 4,0 e 7,0.

Rodrigues e Petzhold (1987) usando diferentes doses de calcário (0,5,10,15 e 20t /ha), associadas a duas doses de NPK, constataram que doses superiores a 5,0 t/ha diminuíram, linearmente, o número médio de frutos por 100m², mas o peso médio do fruto não foi afetado pela calagem.

Esta redução na produção pode ser atribuída à redução na disponibilidade de micronutrientes (Zn, Cu, Fe, e Mn) considerados indispensáveis ao desenvolvimento do abacaxizeiro, principalmente no tocante à emissão da haste floral. Souza et al., (1986) advertem que quando o pH de solos cultivados com abacaxizeiro se aproxima de 7,0 a concentração de micronutrientes (Zn, Cu, Fe, e Mn), nas plantas, é reduzida consideravelmente.

Quanto ao suprimento de macronutrientes no solo para a cultura, Souza et al., (1970), em Alagoas, testaram dois níveis de N, P e K no cultivar Pérola e verificaram efeito significativo de P e K sobre o aumento da produção, enquanto que para N não houve resposta.

Ferraz et al., (1976), trabalhando em També/PE onde os solos normalmente são pobres em fósforo, testaram tratamentos que incluíram N, P e K e encontraram resposta para o fósforo, não havendo influência de N e K sobre a produção do abacaxizeiro. Barbosa et al., (1987) também obtiveram resposta significativa com o aumento da dose de fósforo de 15 para 30kg de P₂O₅ /ha. Todavia, Santos et al., (1972), Gadelha et al., (1979), Carvalho e Sampaio (1981), Choairy e Fernandes (1981 a, b) Choairy e Oliveira (1986), Gadelha e Vieira (1987) não encontraram efeito significativo na sua aplicação.

Reinhardt e Neiva (1986) observaram que o aumento da dose P₂O₅ de 1,0g/planta para 2,0g/planta não influenciou significativamente os parâmetros avaliados. Este resultado confirma as considerações de Gadelha e Vieira (1987) de que esta falta de resposta se deve a pequena exigência da cultura neste nutriente.

Em determinadas situações a adubação fosfatada pode causar redução na produção. Neste aspecto, Samuels et al., (1956) verificaram que os rendimentos diminuíram quando as aplicações de P₂O₅ aumentaram. Os autores explicam que a influência depressiva dos fosfatos sobre a produção deve-se à tendência de diminuir a entrada de nitrogênio quando as reservas de hidratos de carbono e fosfato são ampliadas, bem como a de diminuir a absorção de zinco. Montenegro et al., (1967)

observaram que doses crescentes de fósforo diminuíram o peso do fruto, o número, a largura e o comprimento das folhas.

Quanto à adubação nitrogenada e potássica, observa-se na literatura, um crescimento da produção de abacaxi com a aplicação de nitrogênio e potássio e, em alguns casos, ausência de resposta ao potássio.

Morales (1974) obteve, com o cultivar Pérola produções crescentes para níveis de nitrogênio de até 12 g/planta.

Tay (1975), adubando o abacaxizeiro com N e K, observou que o nitrogênio aumentou o peso e o tamanho dos frutos e reduziu a acidez e o teor em açúcar.

Razzaque et al., (2000) constataram, na Malásia, que o uso de adubação nitrogenada, em solos sob o cultivo contínuo de abacaxi por 24 anos, promoveu melhoria no comprimento, diâmetro e peso do fruto, não exercendo efeito sobre o teor de sólidos solúveis totais e nem sobre a acidez total titulável.

A adubação potássica aumenta a produção do abacaxizeiro apenas em solos de baixa fertilidade, e em solos de média fertilidade o efeito maior é sobre a qualidade de fruto (Py et al., 1984).

Brenner (1987) mostrou que o sulfato de potássio proporciona frutos de melhor peso e teor de açúcares do que o cloreto de potássio, e uma dose adicional de potássio antes da floração evita o bronzeamento interno do fruto.

O potássio também proporciona acréscimo ao peso e tamanho dos frutos e reduziu sua acidez, porém a sua maior contribuição é na melhoria da qualidade do fruto (Morales, 1974).

Na Bahia, Magalhães et al., (1977) obtiveram incremento acentuado na produtividade do abacaxi Pérola em resposta à adubação nitrogenada, até a dose de 200 kg de N/ha (9,5 g/planta). Acréscimos menos significativos foram obtidos para a adubação potássica até 70 kg de K₂O/ha (3,5 g de K₂O/planta). O peso médio dos frutos do cultivar Smooth Cayenne com coroa e sem coroa foi, significativamente, favorecido com a aplicação conjunta de N e K, segundo afirmam Choairy e Fernandes (1981).

Usando o cultivar Pérola para testar três níveis de nitrogênio e potássio, ambos nas doses de 3,75, 7,50, 12,50 g/planta, sobre um lastro de 2 g de P₂O₅ /planta, Reinhardt e Neiva (1986) constataram que a produtividade e o peso do fruto não foram influenciados significativamente pelos níveis de nitrogênio e potássio acima de 3,75 g/planta de cada nutriente.

Apesar do potássio ser o elemento, quantitativamente, mais exigido e o que mais atua nas características organolépticas do fruto, ¹Cooke citado por Teiwes e Gruneberg (1963), pondera que deve ser observada no solo, a relação K/P, já que se considera a mesma relação na planta (12/1).

Segundo ²Su, citado por Tay (1975), as exigências em nitrogênio pelo abacaxizeiro dependem do crescimento potencial das plantas, o qual resulta de uma interação entre as condições ambientais e a disponibilidade de nitrogênio e potássio no solo.

¹ TAY, T. H. Effect of N and K on the growth, mean fruit weight and fruit quality of pineapple. *Madri Res. Bull.*, v.3, p.1-14, 1975

² TEIWES, G.; GRUNEBERG, F. *Conocimientos y experiencias en la fertilization de la piña*. 2ed. Hannover: Verlags, 1963, 67p. (Boletim Verde, 3).

1.1.1.3. A função dos nutrientes e o seu fornecimento à cultura.

A produtividade de uma cultura é principalmente função de uma adubação bem esquematizada. A adubação pode ser definida como a adição de elementos de que a planta necessita para viver, com a finalidade de obter colheitas compensadoras de produtos de boa qualidade nutritiva e industrial, provocando-se o mínimo de perturbações no ambiente.

A forma de aplicação dos fertilizantes implica o seu aproveitamento, pois o sistema radicular do abacaxizeiro é restrito a pequenas áreas. Para evitar o aproveitamento parcial do adubo, Carvalho (1981) recomenda aplicações nas folhas basais, em se tratando do fornecimento de nitrogênio e potássio.

O tipo de fertilizante a ser utilizado tem grande importância na cultura do abacaxizeiro, principalmente quando se trata do adubo nitrogenado e potássico.

Macronutrientes

Nitrogênio

O nitrogênio é responsável pelo crescimento vegetativo das plantas atuando no aumento de produção e do peso do fruto (Py et al., 1957, Malavolta et al., 1977), pois, juntamente com o enxofre, é um dos principais componentes das proteínas, constituindo aminoácidos nucleotídeos e coenzimas (Epstein 1975). Além disso, tem efeito marcante sobre a coloração da polpa, tornando-a mais intensa e sobre a qualidade do fruto. À medida que o seu fornecimento aumenta há um decréscimo no teor de acidez da polpa, ampliando-se a relação açúcar/acidez.

Choary e Fernandes (1981) verificaram que houve redução no teor de sólidos solúveis totais e na acidez do suco com o aumento da dose de uréia (250kg/ha) aplicada no cultivar Pérola, enquanto Iuchi (1978) não observou efeito da adubação com sulfato de amônio sobre o teor de sólidos solúveis médio do abacaxi cultivar Smooth Cayenne.

Quando em deficiência no solo, o N é transportado das folhas velhas para as folhas em desenvolvimento, e as folhas velhas adquirem coloração verde clara, no início da deficiência, passando a verde limão com as bordas avermelhadas em estágios mais avançados. Em consequência disso, o crescimento da planta é reduzido (Haag et al., 1967) e a floração antecipada e pobre (Giacomelli, 1969). Uma deficiência severa provoca ausência de frutos, de mudas, ou existência de frutos pequenos e muito coloridos (Epstein, 1975).

O excesso de N parece afetar o equilíbrio hormonal promovendo o crescimento vegetativo exagerado da planta, atraso no florescimento, crescimento demasiado da coroa e alongamento do pedúnculo, o que acarreta o tombamento do fruto. Assim, a alta relação N/K provoca excessivo desenvolvimento das folhas, acamamento das plantas e os frutos não atingem a qualidade exigida pelos importadores (Paula et al., 1991; Cunha et al., 1994).

As formas amoniacais (sulfato de amônio) são as mais indicadas para o abacaxizeiro, considerando-se que o N é absorvido de preferência como NH_4 .³ Sideris et al., citados por Malavolta (1974), afirmam que em solução nutritiva o abacaxizeiro absorve mais N na forma de NH_4 , comparado com a forma nítrica. Todavia, em condição de campo, o nitrato pode ser absorvido em maior quantidade devido ao fenômeno de nitrificação, que faz com que grande parte do NH_4 se transforme em NO_3 . Os resultados, comparando o sulfato de amônio e a uréia, são contraditórios. Presume-se que com o fornecimento de enxofre, o sulfato de amônio apresente-se superior.

Sobre a produção de abacaxis, Brasil Sobrinho et al., (1962) não encontraram diferenças entre os adubos amoniacais, nítrico-amoniacais e amídico (uréia), e Cardinali (1969) menciona que a adição de adubos nitrogenados é pouco eficiente na estação chuvosa, acontecendo o mesmo na segunda metade da estação seca, quando o adubo não é assimilado pela carência de água.

Apesar de pesquisadores atestarem que o fracionamento da adubação não produz efeito significativo sobre a produção, e aumenta o custo desta em decorrência da mão-de-obra empregada (Gadelha et al., 1979, Cunha e Reinhardt, 1982, Lederman et al., 1987), as épocas da adubação nitrogenada são consideradas importantes, adotando-se o parcelamento em número de três no mínimo (Paula et al., 1998). A primeira, 30 dias após o plantio, junto com o potássio.

Segundo Py et al (1957), não há necessidade de aplicar adubo após o princípio da diferenciação floral e muito menos os nitrogenados. Recomenda-se que o N seja aplicado três meses antes do tratamento para indução floral (Cunha et al., 1994).

A pulverização foliar com uréia pode ser usada como adubação complementar, se necessário. Na África do Sul, empregam-se soluções de uréia a 4%, contendo também cloreto de potássio a 2% (Malavolta et al., 1977).

Fósforo

De maneira geral, o fósforo é menos requerido pelas culturas do que K, N, Ca e Mg, entretanto, é fundamental para o metabolismo da planta uma vez que participa do processo. É parte essencial em muitos açúcares envolvidos na fotossíntese, respiração e outros processos metabólicos, e é também componente dos nucleotídeos (DNA e RNA) e dos fosfolípidos presente nas membranas (Salisbury e Ross, 1991). Ele também participa do metabolismo de energia devido a sua presença no ATP, ADP, AMP e pirofosfatos.

Assim sendo, é parte das reações de síntese das proteínas, síntese e desdobramento de carboidratos, óleos e gorduras, sendo indispensável na ocasião da diferenciação floral e no desenvolvimento do fruto. A sua presença no solo em quantidades adequadas melhora a qualidade dos frutos, aumentando-lhes o teor de vitamina C, a firmeza da polpa e o tamanho do fruto (Paula et al., 1998).

Em condição de carência de P no solo, as folhas mais velhas inicialmente, apresentam cor verde escuro, sem brilho e com listas marrom-arroxeadas. Em condição de deficiência severa, as folhas secam a partir do ápice, adquirindo cor palha. Além disso, observa-se redução no crescimento da planta (Haag et al., 1967). A deficiência de

³ MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. *Nutrição mineral de plantas cultivadas*. Ed. São Paulo: Pioneira, 1974, 177p.

P acarreta a formação de frutos pequenos, com coloração avermelhada ou arroxeada e a deficiência severa ocasiona ausência de frutos e mudas (Paula et al., 1988). Plantas contendo teores elevados de fósforo apresentam baixa relação parte aérea/raiz e amadurecem mais rapidamente (Salisbury e Ross, 1991), acelerando a frutificação e a maturação dos frutos e diminuição dos açúcares (Corrêa e Fernandes, 1989; Carvalho et al., 1994).

Segundo Paula et al., (1998), as épocas das adubações fosfatadas não têm a mesma importância que a nitrogenada ou a potássica. E, à semelhança das demais culturas, a adubação é feita antes do plantio, no sulco de plantio, bem próxima ao sistema radicular. Deve-se dar preferência aos solúveis (superfósforo simples, duplo, triplo, fósforo di ou mono-amônio).

Potássio

O potássio é ativador de muitas enzimas que são essenciais para a fotossíntese e para a respiração, e também ativam enzimas para síntese de amido e proteínas. Este nutriente é tão abundante nas plantas que é o maior contribuinte do potencial osmótico das células e conseqüentemente pela sua pressão de turgor (Salisbury e Ross, 1991). Desta forma, é responsável pela abertura e fechamento dos estômatos e também pelo transporte de carboidratos.

Na cultura do abacaxi, o K é o nutriente, de maneira geral, que tem maior influência na qualidade do fruto. Atua aumentando o teor de sólidos solúveis totais e de acidez, melhorando a coloração e a firmeza da casca e da polpa, aumentando o peso médio e o diâmetro do fruto. Além disso, o K eleva o teor de ácido ascórbico no fruto (Corrêa e Fernandes, 1989; Carvalho et al., 1994).

Os sintomas de carência de K iniciam-se nas folhas mais velhas. A escassez de K causa, inicialmente, o aparecimento de áreas levemente pardas ao longo e em ambos os lados da nervura principal. À medida que a deficiência se agrava, essas áreas tornam-se mais nítidas e as folhas secam a partir das pontas, as partes secas tornam-se pardas. Em seguida, as folhas novas ficam com uma cor pardo-avermelhada e queimadas nas suas pontas.

O pedúnculo frutífero apresenta pequeno diâmetro, o fruto fica pequeno e sem acidez (Haag et al., 1967, Aquino et al., 1986). A deficiência é favorecida pela adubação pesada em N, pela lixiviação e pelos altos teores de Ca e Mg (Paula et al., 1998). A partir de um determinado nível, melhora as características organolépticas da polpa, isto é, sua acidez aumenta, a polpa fica firme e a casca adquire melhor coloração (Iuchi, 1978).

O excesso de K acarreta a formação de frutos muito ácidos, com miolo muito desenvolvido e polpa pálida enrijecida. Quanto à maturação, é tardia e incompleta, ficando a parte superior sem amadurecer. Se por um lado o aumento do teor de K na planta proporciona melhor sabor e aroma aos frutos e aumenta o diâmetro do pedúnculo evitando o tombamento, por outro lado, o rendimento em fatias é reduzido pelo aumento do eixo da inflorescência. Os efeitos mais marcantes do elemento sobre a cultura estão no aumento da matéria seca e da acidez do fruto. A aplicação de altas doses de potássio no solo pode induzir deficiência de Mg. Segundo ⁴Moulinier, citado por Py et al., (1969), no Havaí, a relação adequada de K/ Mg é de 5:1.

⁴ PY, C. *La piña tropical (L'ananas)*. Barcelona: Blume. 1969, 278p.

As épocas de aplicação do potássio coincidem com as de N, com a ressalva de que o K pode ser aplicado até o florescimento. Como fontes deste nutriente, podem ser usados o sulfato ou cloreto de potássio que, apesar do efeito prejudicial do cloro, é adotado por causa dos menores preços por unidade de K_2O e facilidade de ser encontrado no comércio. O cloro afeta os conteúdos de amido e açúcares na planta. Segundo Teiwes e Gruneberg (1963), altas concentrações de cloro poderão impedir a frutificação, a absorção de potássio, o que explica a necrose das folhas (injúria de cloro), que é acompanhada pelo decréscimo do tamanho do fruto, menor teor de açúcar e amido e maior acidez, sintomas semelhantes à carência de potássio (Siders e Young, citados por Zehler et al., 1986).

Neste contexto, segundo Zehler et al., (1986), o sulfato de potássio deve ser preferido. Todavia, ⁵Jacob e Von Uexküll, citados por Zehler et al., (1986) relatam que o cloreto de potássio também pode ser usado, ressaltando a ocorrência de bons resultados nos solos do Brasil, África do Sul e Jamaica.

Cálcio

O cálcio é um nutriente importante na manutenção da integridade das membranas e da parede celular. Participa, ainda, do desenvolvimento dos pêlos radiculares e do transporte de amido (Malavolta et al., 1977; Aquino et al., 1986).

Em solos pobres em cálcio, o crescimento do abacaxizeiro é muito lento, a produção de mudas e frutos é drasticamente reduzida (Aquino et al., 1986). A deficiência de cálcio se caracteriza pelas folhas novas de coloração verde-pálidas e secamento das pontas. À medida que a deficiência se torna mais aguda, as folhas apresentam coloração vermelha e rachaduras na base. Os frutos quando cortados ao meio exibem áreas descoloridas contendo um material gelatinoso (Haag et al., 1967). Segundo Giacomelli (1969), a falta de cálcio provoca uma marmorização no meio do limbo e o aparecimento de bolhas na face inferior da folha, acompanhada de um dessecamento de suas extremidades.

As doses elevadas de Ca podem provocar diminuição do K das folhas, o que ocasiona a clorose calcária e plantas menores. A adubação pesada com Ca pode diminuir a incidência da mancha-negra do fruto *taches noires*, causada, principalmente, pelo patógeno *Penicillium funiculosum*, em razão da resistência conferida à parede celular pelo Ca (Paula et al., 1998).

Magnésio

O magnésio é um elemento constituinte da clorofila e é ativador de enzimas transferidoras e incorporadoras de fosfato que atuam na fotossíntese, na respiração e na formação de DNA e RNA (Salisbury e Ross, 1991; Malavolta et al., 1997). A diminuição da clorofila devido a escassez de Mg ocasiona perturbações na assimilação de CO_2 e conseqüentemente, na produção de matéria seca, refletindo na produção. O suprimento de Mg é mais importante sobre a coloração do fruto do que o de Ca.

A deficiência do Mg se caracteriza pela clorose das folhas velhas com manchas coalescentes ao longo das margens e no resto do limbo existem tonalidades

⁵ ZEHLER, R.; KREIPE, H.; GETHING, P.A. *Sulfato de potássio e cloreto de potássio: sua influência na produção e na qualidade das plantas cultivadas*. Campinas: Fundação Cargill, 1986, 111 p.

avermelhadas. Produz, também, raízes mais grossa e ausência de fruto nos casos mais severos (Aquino et al., 1986).

A absorção de H_2PO_4 é estimulada na presença de Mg o que se deve, possivelmente, segundo Malavolta et al., (1997) pela participação do magnésio na ativação de ATPases da membrana implicadas na absorção iônica.

Enxofre

O enxofre é componente de alguns aminoácidos (cisteína, cistina e metionina), das proteínas, das vitaminas tiamina e biotina, e da coenzima A, um composto essencial para a respiração e para a síntese e quebra de ácidos graxos (Salisbury e Ross, 1991). Participa da síntese da clorofila e da absorção de CO_2 .

A deficiência desse elemento caracteriza-se pelas folhas novas de coloração amarelo-pálida. Em casos muito severos, as folhas velhas adquirem tons avermelhados e rachaduras. A planta apresenta porte anormal, fruto muito pequeno e amadurecimento da ponta para a base. A deficiência raramente ocorre, exceto no caso de adubação não contendo sulfato (Paula et al., 1998).

O enxofre pode ser fornecido através das fontes de N (sulfato de amônio), P (superfósforo simples) e o K (sulfato de amônio).

Micronutrientes

Boro

Segundo Malavolta et al., (1997) o boro atua no transporte e no metabolismo dos carboidratos, no movimento dos açúcares, formando complexos açúcar-borato e favorecendo o funcionamento das membranas pela manutenção da atividade da ATPase.

Os sintomas de deficiência do B, segundo Paula et al., (1998) são folhas mais espessas, duras, roseta foliar retorcida, separação acentuada entre os frutíolos, com formações suberosas, frutos menores e rachados, frutos com coroas múltiplas, número reduzido de rebentões e filhotes. A deficiência de boro aparece em solos arenosos, pobres em matéria orgânica, condição de pH acima de 7,0, e com alto teor de cálcio (Malavolta, 1997)

Cobre

O cobre está associado à ativação das enzimas ou proteínas que atuam nos processos de fotossíntese mediando reações de oxidação e redução (Salisbury e Ross 1991).

A carência de cobre torna as folhas finas, curtas e estreitas, de coloração verde clara, bordas enroladas onduladas e com as pontas necrosadas. As raízes são curtas e pouco ramificadas. Na época da colheita, as folhas aparecem tombadas e de cor vermelho vivo e a planta raquítica (Aquino et al., 1986; Paula et al., 1998).

A deficiência de cobre ocorre devido à complexação desse elemento pela matéria orgânica, pela diminuição da sua disponibilidade para as plantas, em condição de pH acima de 5,0 (Malavolta et al., 1997).

Como tende a se acumular nas raízes, os sintomas de toxidez deste micronutriente se manifesta, primeiramente, nesse órgão causando o seu escurecimento e perda de função. Nas plantas, as folhas mais velhas tornam-se mais alongadas e de coloração verde-claras, com manchas avermelhadas e frutos pequenos e avermelhados (Malavolta et al., 1997).

Ferro

O ferro é essencial à nutrição da planta, pois faz parte de certas enzimas e numerosas proteínas que conduzem elétrons durante a fotossíntese e a respiração (Salisbury e Ross, 1991).

Segundo Malavolta et al., (1997), a absorção de ferro é estimulada pela presença de potássio, cálcio e magnésio, enquanto altos teores de cobre, zinco e manganês podem induzir deficiência deste nutriente.

Em condições de solos compactados, encharcados, com pH elevado, ricos em Mn e com alta relação Mn/Fe₂, ocorre baixa disponibilidade de Fé que levam à deficiência deste nutriente para as plantas (Malavolta, 1997).

Em condição de deficiência de ferro, o abacaxizeiro apresenta folhas cloróticas semelhante à clorose causada pela deficiência de N. Posteriormente, a folha fica avermelhada e a clorose aparece nas folhas mais novas. Esses sintomas ocorrem só nas folhas que se formam a partir do aparecimento dessa deficiência. A maturação do fruto pode ser adiantada (Aquino et al., 1986; Paula et al., 1998).

Para suprir as deficiências durante a condução da cultura, Aquino et al., (1986) recomenda a atomização, das plantas, com solução de sulfato de ferro.

Manganês

O manganês participa da constituição das membranas dos cloroplastos, na quebra da molécula de água na fotossíntese, e ativa numerosas enzimas (Salisbury e Ross, 1991).

É um nutriente pouco redistribuído na planta, razão pela qual os sintomas de carência aparecem inicialmente nas folhas novas. Os sintomas, segundo Aquino et al., (1986) se traduzem em uma clorose generalizada das folhas novas, intensificada pela alta luminosidade. Podem aparecer também, segundo estes autores, nervuras salientes na face inferior da folha e perda de coloração das bordas das folhas. Paula et al., (1998) descrevem os sintomas de deficiência considerando que as folhas têm aspecto de mármore, com coloração verde clara, rodeada de verde mais escuro.

Zinco

O zinco participa da síntese do triptofano, produto intermediário na formação do ácido indolacético (AIA) que é uma auxina necessária para o aumento do volume celular e reguladora da atividade enzimática (Epstein, 1975).

Os sintomas de deficiência de Zn aparecem na época seca com pontuações cor de palha transparentes, na porção mediana das folhas novas que, em um estágio mais avançado, se tornam amareladas, podendo coalescer na porção central da folha, formando áreas necróticas (Aquino et al., 1986). Pode ser corrigida pela aplicação de uma solução de sulfato de zinco a 1%, no final da estação chuvosa (Malavolta, 1977).

1.1.2. Resíduos de vegetais

1.1.2.1. Adubação verde na fruticultura

Em condições de cultivo em que se busca a sustentabilidade, é fundamental a manutenção da cobertura vegetal nas entrelinhas dos pomares, visando a controlar a erosão hídrica do tipo laminar, comum nas culturas perenes cultivadas em áreas planas (Fidalski, 1997). Chega-se a cogitar a manutenção das gramíneas quando da implantação de pomares em áreas de pastagem (IAPAR, 1992).

A boa estrutura do solo contribui para o movimento adequado da água e do ar. A passagem abusiva de máquinas no pomar ou a pulverização da camada arável por implementos agrícolas são prejudiciais à manutenção da estrutura adequada. A incorporação e/ou manutenção da matéria orgânica no solo é essencial para manter uma boa estrutura, além de contribuir para reduzir o risco de lixiviação de cátions, particularmente de potássio, em solos arenosos (Malavolta, 1985).

Para Jones e Embleton (1973), as funções primárias das leguminosas no pomar são: melhorar a estrutura do solo; impedir a erosão; melhorar as condições de fertilidade, tornando os nutrientes mais disponíveis e adicionando nitrogênio; e remover o excesso d'água. Entretanto, o adubo verde pode se comportar como uma planta daninha, pois pode competir por água, luz, nutrientes. Quando bem usados, esses inconvenientes pesam pouco, sendo compensados pelas vantagens que o cultivo apresenta.

Entre as espécies utilizadas na prática da adubação verde para citros, Bulisani (1974) destaca o labe-labe devido a sua adaptação às condições tropicais, a sua facilidade de cultivo, a sua flexibilidade de manejo, a sua multiplicidade de uso e a sua capacidade de aproveitamento dos resíduos de adubação das culturas anteriores.

Antes da implantação de um pomar, pode-se efetuar a semeadura de leguminosas e incorporá-las antes do plantio. As semeaduras da soja e do amendoim, como culturas econômicas, também podem ser consideradas.

Em se tratando de pomar implantado alguns pontos devem ser lembrados. Segundo Jones e Embleton (1973), o adubo verde pode restringir o movimento do ar e a radiação em períodos frios, pode dificultar as operações de pulverização e colheita, e a incorporação de um adubo verde muito fibroso, com elevada relação C/N, pode ser prejudicial devido à imobilização temporária de nitrogênio.

De acordo com Caetano (1980), em pomares de citros formados no espaçamento de oito metros na entrelinha podem ser plantadas quatorze linhas de soja no primeiro ano, dez no segundo e oito linhas no terceiro. Entre as linhas de soja, o espaçamento varia entre 47 e 50cm. Deve-se dar atenção, também, para os seguintes pontos lembrados por Braga (1986): a) deixar uma faixa entre as frutíferas e a cultura intercalar; b) evitar o borrifo de defensivos usados na cultura intercalar sobre os citros; c) evitar espécies trepadoras e de porte alto; d) fazer os tratamentos usuais das frutíferas enquanto a cultura intercalar cresce, e e) incorporar os restos da cultura intercalar.

O uso e manejo de plantas de cobertura também provocam efeitos negativos, como a disseminação de certas pragas e doenças comuns (Cercosporiose em mucuna anã), às culturas econômicas (Silva, 1995); interferência na cultura principal (Magalhães 1994); e, certas espécies podem se transformar em invasoras (Monegat, 1991).

Por outro lado, as plantas de cobertura podem, potencialmente, ser um componente importante no manejo de pragas. Tal fato foi estudado por Fadini et al.,

(2000), comparando diferentes coberturas de solo (aveia preta, ervilhaca, cobertura morta, herbicida, capina total, mato roçado) em videira, no município de Caldas /MG, onde verificaram que o uso da aveia preta e ervilhaca, cultivadas simultaneamente, proporcionou maior abundância e diversidade de inimigos naturais.

A escolha de espécies e o planejamento do uso da adubação verde devem seguir alguns critérios. Bulisani e Roston (1993) destacam as características ecofisiológicas das espécies utilizadas como fatores limitantes à implantação e desenvolvimento do sistema, razão pela qual os principais fatores a serem considerados devem ser temperatura, adaptação à fertilidade do solo e resistência à seca, ou seja, a rusticidade da planta é importante no manejo da adubo verde. Em função da exigência em fertilidade e tolerância a alumínio, Pinto e Crestana (1998) agruparam diferentes espécies, de acordo com as suas exigências específicas, em três grupos: **1º) muitos rústicas** : Brachiarias, estilosantes, feijão de porco, guandu, mucuna cinza e mucuna preta; **2º) rústicas**: calopogônio, *Crotalaria juncea*, milheto, milho variedade, nabo forrageiro, soja e tremoço; e **3º) exigentes**: centrosema, girassol, lab-lab, milho híbrido e soja perene.

Segundo Salvo Filho (1991), o plantio de adubo verde no pomar de citros deve ser feito da seguinte forma: desseca-se o mato com herbicida e faz-se o plantio direto de *Crotalaria juncea*, mucuna anã, guandu (solos sujeitos a compactação) e feijão-de-porco.

Quando há dificuldade em cultivar o adubo verde no pomar, pode-se tirar proveito do mato, que deve ser ceifado (Jones e Embleton, 1973) .

Comparando os teores de matéria orgânica no solo (30g/dm³) antes do plantio das leguminosas e após a incorporação, Silva (1995) observou uma queda nos teores de matéria orgânica. Esta redução pode ser decorrente da mineralização da matéria orgânica em função da incorporação de materiais com baixa relação C/N, que estimulou a atividade microbiana, e da gradagem anual do solo para o plantio das leguminosas.

Apesar da escassa literatura sobre os efeitos da adubação verde na fruticultura, alguns resultados são relatados :

Magalhães (1994), conduzindo um experimento no período de 1981 a 1990 no Estado da Bahia, onde testou as leguminosas só ou em combinação com P e K, além de um testemunha (sem adubo) e outro com NPK, concluiu que a competição com as plantas cítricas foi evidenciada pelo menor diâmetro do tronco, altura das plantas, circunferência da copa, porcentagem de suco, altura, diâmetro do fruto, e espessura da casca dos frutos. As características químicas e físicas do solo, como pH, CTC, saturação de bases, matéria orgânica e microporosidade foram melhoradas. Nas características químicas dos frutos, como a acidez total e brix, o referido autor não observou efeito significativo das espécies testadas.

Silva (1995), em pomar de laranja Pêra, constatou que o tratamento com *Crotalaria juncea* produziu cerca de 3t/ha a mais de frutos, similar ao tratamento com guandu. Os tratamentos utilizados pelo referido autor apresentaram, decrescentemente, a seguinte importância no aumento da produção: *Crotalaria juncea* > guandu > mucuna preta > mucuna anã > 2NPK > NPK > labe-labe > feijão de porco > *Crotalaria spectabilis*. A análise tecnológica (sólidos solúveis totais, acidez titulável, porcentagem de suco) do fruto não foi afetada pelos tratamentos.

Carvalho et al., (2000), também em pomar de laranja Pêra, comparando a capina química da entrelinha com o plantio de feijão-de-porco, em dois municípios baianos, constataram que no primeiro ano houve melhorias significativas com o uso do adubo verde na produção de frutos, no número de frutos por planta, e na produtividade. Em

Conceição do Almeida/BA, os referidos autores relatam que o sistema com uso do feijão-de-porco foi 35,9% mais produtivo, e em Rio Real/BA, 39,3%.

Espíndola (2001), em bananeira, observou que as melhores taxas de seu crescimento foram obtidas no consórcio com as leguminosas. Dentre as leguminosas, o cudzu tropical e o siratro favoreceram um desenvolvimento mais rápido do que aquele observado no tratamento com amendoim forrageiro. Tais resultados foram explicados pelo autor, ao menos em parte, pela elevação dos teores de N e Ca nas folhas da bananeira consorciadas com as leguminosas. Os tratamentos com vegetação espontânea promoveram aumentos significativos dos teores de P e K nas folhas das bananeiras.

Quanto aos parâmetros de produção da bananeira, Espíndola (2001) constatou que o uso de leguminosas estimulou o crescimento das bananeiras, diminuindo o seu ciclo e, conseqüentemente, aumentando o número de plantas com cachos, no momento da avaliação do experimento, quando comparado aos demais tratamentos, sendo que o siratro promoveu maior precocidade na colheita. O siratro promoveu, também, aumento no peso dos cachos, das pencas, número de frutos por cacho, e número de pencas por cacho em, respectivamente, 62, 62, 31 e 21% quando comparados ao amendoim forrageiro. Os menores ganhos em crescimento e produção promovidos pelo amendoim forrageiro também são relatados por Johns (1994) que aponta a competição por água entre a leguminosa e a frutífera como uma das possíveis causas deste resultado.

Vitti e Silva (1996) relatam que a prática de se utilizar *Arachis pintoi* com o fim de reduzir o custo com nitrogênio tem proporcionado plantas de laranja Lima com melhor coloração e com folhas maiores. A amostragem de solo comprovou que já houve melhoria em suas propriedades físico-químicas.

Espíndola (2001), na avaliação de leguminosas como cobertura no cultivo da bananeira, mostra que há diferenças significativas para o comprimento, o diâmetro e o peso médio das bananas, em relação à vegetação espontânea.

Oliveira et al., (2000), em cajueiro anão precoce cultivado no litoral nordestino, observaram que a utilização do feijão-de-porco, em comparação ao lab-lab, cunhã, feijão-guandu e mucuna preta, proporcionou melhor produção de biomassa e precocidade, além de promover 100% de cobertura. No ano seguinte à incorporação da biomassa de feijão-de-porco, o rendimento de castanha sofreu um acréscimo de 3 vezes em relação ao ano anterior, e de 1,08 em relação à testemunha.

Teiwes e Grünberg (1963), relativamente à cultura do abacaxizeiro, comentam que, com exceção do Havaí, onde o intervalo entre dois ciclos consecutivos de cultivo (planta e soca) do abacaxizeiro é de apenas 5 a 8 meses, em quase todas as outras zonas abacaxícolas pode-se empregar entre um e outro ciclo uma cultura objetivando-se incorporá-la como adubo verde e assim proteger o solo, manter e melhorar a estrutura do terreno, e aumentar o nível de nitrogênio.

Seara (1943) afirma que adubações verdes são bastante proveitosas para a cultura do abacaxizeiro.

Choiry et al., (1986), no contexto das adubações verdes, cultivando abacaxi Pérola em monocultivo comparado ao cultivo consorciado com feijão, caupi e amendoim, nos espaçamentos de 0,90m e 0,80m x 0,30m, observaram que o consórcio não prejudicou a cultura do abacaxi. No espaçamento 0,90 m x 0,30 m, a produtividade do abacaxi aumentou quando consorciado com qualquer uma das espécies, sendo maior quando consorciado com feijão. No espaçamento 0,80 x 0,30m, a maior produtividade foi obtida no consórcio com caupi. Ressalte-se que o abacaxizeiro foi adubado nas axilas das folhas e as culturas consorciadas não foram adubadas.

Cunha (1983) relata que na Martinica, costuma-se fazer a rotação da cultura do abacaxizeiro com soja, crotalária, sorgo, feijão-vigna, calopogônio e siratro. No Brasil,

segundo Cunha et al., (1994), não se dá muita importância a esta prática, daí os problemas edáfico-nutricionais surgidos em algumas regiões produtoras, após vários anos de cultivo intensivo do abacaxi.

1.1.2.2. Os restos culturais (restevras)

Os restos culturais resultantes do cultivo de cereais, oleaginosas, raízes, tubérculos, leguminosas e outras desempenham várias funções no sistema agrícola. Em muitos ambientes, especialmente em regiões tropicais semi-áridas, eles são usados na alimentação animal, como combustível, como material de construção e como fonte de renda através da sua venda (Powell e Unger, 1998).

Nos EUA, estima-se uma produção de 420 milhões de toneladas de resíduos de culturas por ano (Vandermeer et al., 1998), retornando ao solo cerca de 3,3; 0,4 e 3,5 milhões de toneladas de N, P e K, respectivamente. Estes recursos são básicos para manter várias funções-chave, notadamente, os efeitos biofísicos da cobertura sobre o microclima do solo e controle de erosão; manutenção da matéria orgânica do solo e propriedades associadas como o suprimento de nutrientes para as plantas, retenção de umidade e recurso para a biota do solo (Power et al., 1986; Unger, 1978). A quantidade e a localização destes resíduos requeridos para manter estas funções dependem do tipo de solo e condições ambientais (Vandermeer et al., 1998).

Quanto à localização, se incorporados, semi-incorporados ou se simplesmente deixados na superfície, a literatura tem apresentado informações, como as que se segue:

Segundo Powell e Hons, (1991), em solos arenosos e pobres em matéria orgânica, o uso de restos vegetais depositados na superfície do solo, tem mostrado efeito benéfico no crescimento das culturas.

Miysaka et al., (1966), investigando os efeitos da massa vegetal não decomposta de leguminosas e gramíneas em um Latossolo Roxo cultivado com feijão, verificaram que a incorporação da massa vegetal promoveu uma maior retenção de umidade e menor variabilidade térmica do solo, embora em menor grau do que no solo com cobertura morta. Houve uma tendência para formação de maior número de nódulos nas raízes do feijoeiro principalmente quando a incorporação foi de gramíneas, e estes pesquisadores observaram, ainda, um aumento no teor de potássio nas folhas, no desenvolvimento da parte vegetativa e radicular, e na produção de grãos.

Smith e Sharpley (1990), estudando a mineralização do nitrogênio de restos culturais quando incorporados ao solo ou deixados sobre ele, observaram um aumento na mineralização quando os resíduos foram incorporados.

Koening e Cochran (1994), na cultura do milho, avaliando o efeito da decomposição e mineralização de resíduos de leguminosas e não leguminosas em um solo subártico, onde as temperaturas variam de no máximo 15°C no verão a no mínimo -25°C no inverno, observaram que no inverno houve mais perda de massa e de N dos resíduos, e que a forma de colocar os resíduos no solo, incorporados ou depositados superficialmente, não produziu efeito diferenciado. Durante o verão, a decomposição foi mais vagarosa nos resíduos aplicados superficialmente do que naqueles incorporados. Um ano após a aplicação, a perda de massa dos resíduos incorporados foi 23% maior do que dos resíduos aplicados superficialmente, e as perdas de nitrogênio dos resíduos incorporados de alfafa, feijão fava e cevada foi em média 20% maior do que os resíduos aplicados superficialmente, mas foi similar aos resíduos de colza aplicados em uma ou em outra profundidade.

Vasconcelos et al., (1999), avaliando o efeito da aplicação superficial ou incorporada de diferentes cultivares de sorgo no crescimento e desenvolvimento da soja, verificaram que os resultados dependeram da forma de aplicação dos resíduos. O teor de carbono imobilizado pela biomassa foi maior quando os resíduos de sorgo foram distribuídos na superfície do solo.

A magnitude dos efeitos benéficos, devido ao retorno dos restos de cultura para o solo, depende da quantidade e qualidade dos resíduos, dos fatores edáficos, da topografia, do clima, e do manejo do solo (Powell e Unger, 1998).

Avaliando algumas técnicas de manejo da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo álico, cultivado com café, Pavan et al., (1986) verificaram que a cobertura com resíduos vegetais foi o tratamento mais efetivo na proteção e recuperação da fertilidade do solo.

Rasmussen (1999) em uma revisão sobre o impacto da redução da aração do solo sobre o rendimento e a qualidade do solo, concluiu que alguns efeitos são similares na maioria dos solos, pois, quando os resíduos são mantidos sobre a superfície do solo ou incorporados superficialmente diminui-se a lixiviação de nitrogênio, a perda d'água, a temperatura do solo e aumenta-se a estabilidade dos agregados.

Incorporando palha de café na cova de plantio, em comparação com diversos materiais orgânicos, Furtini Neto et al., (1995) constataram que a incorporação de 8 kg/cova de palha de café produziu efeito semelhante ao esterco de galinha, humosite 310 e torta de mamona, para altura de planta, diâmetro de copa, diâmetro de caule, número de entrenós e vigor vegetativo.

McIntyre et al., (2000), adicionando uma mistura de caule de milho picado mais capim (*Paspalum* spp) em bananeiras, verificaram que a cobertura morta produziu três vezes mais biomassa da bananeira do que o solo nu, houve também melhoria na fertilidade do solo (C, P, K) e na nutrição da bananeira (Mg e K), redução na densidade do solo, e melhor absorção de água.

Bezerra et al., (1995) cultivando abacaxi Pérola em um Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico de textura franco arenosa, com declividade média de 11%, e carbono total igual a 1,04%, constataram que a aplicação superficial ou a incorporação a 20cm de profundidade, dos restos da cultura, resultou em aumento do peso médio e do comprimento do fruto, bem como da produção, não havendo diferença significativa, para a adubação com 5 g de N e 8 g de K₂O por planta. Este efeito pode ser atribuído a uma maior disponibilidade de nitrogênio na fase inicial do desenvolvimento da planta (Lacoueulhe, 1974), ao aumento da fração assimilável do fósforo na solução do solo (Godefroy et al. 1977) e (Berton e Pratt, 1997) por meio da redução da sorção do P, pela produção de ácidos orgânicos os quais podem complexar o fósforo na solução do solo, prevenindo a sua adsorção ou precipitação; a maior retenção de água, menor perda de solo por erosão, aos maiores teores de matéria orgânica e ao melhor nível dos demais nutrientes.

Em trabalho conduzido com milheto, Kretzschmar et al., (1991) esquematizaram o efeito da manutenção dos restos culturais em longo e em curto prazo. Em longo prazo, diminui a saturação de alumínio no solo, reduz sua concentração na solução do sol, e aumenta a absorção de fósforo pelas plantas. Em curto prazo, aumenta a atividade de bactérias diazotróficas, promove a fixação de nitrogênio e a produção de fitohormônios que promovem o desenvolvimento radicular, melhorando a absorção de nutrientes e o crescimento das plantas.

Ainda quanto aos efeitos benéficos dos restos culturais sobre o crescimento radicular, Hafner et al., (1993), avaliando o efeito dos restos culturais de milheto pérola, com e sem adubação, sobre a aquisição de fósforo e o crescimento radicular da

cultura, constataram que rendimento de matéria seca foi de 224, 1650, 1350 e 3950kg/ha para os tratamentos sem resíduo e sem adubação, com resíduos e sem adubação, sem resíduo e com adubação, e com resíduo e com adubação, respectivamente, para o ano de 1987, e de 608, 2989, 2750 e 6020kg/ha para o ano de 1988. O menor rendimento no ano de 1987 foi atribuído ao estresse hídrico. A adição de resíduo contribuiu com 1,6kg de P/ha absorvido pelas plantas, enquanto o adubo contribuiu com 3,5kg de P/ha. Quando se associou o adubo ao resíduo, o teor de fósforo absorvido foi de 10,6kg de P/ha. Nos tratamentos com resíduo a concentração de potássio, nas folhas, bem como a absorção total de potássio, aumentaram substancialmente. Quanto à densidade radicular das plantas de milheto, obteve-se na camada de 0-30 cm do solo, 6,5, 4,5 e 4,2cm.cm⁻³ para os tratamentos com resíduo e com adubo, com resíduo sem adubo e sem resíduo com adubo, respectivamente. O efeito benéfico dos resíduos sobre a absorção de fósforo foi primeiramente atribuído a alta mobilidade do fósforo no solo devida à diminuição na concentração de alumínio trocável e ao aumento do crescimento radicular. Já, o efeito benéfico dos resíduos de cultura sobre a absorção de potássio foi causado pelo efeito direto do suprimento com potássio da palha do milheto.

Em milheto cultivado em solo arenoso, Geiger et al., (1992) avaliaram as propriedades químicas do solo até 1,2m de profundidade, após 5 anos de aplicação de restos da cultura como cobertura do solo, da aplicação de fertilizante fosfatado e nitrogenado, e da combinação dos fertilizantes com o resíduos, e observaram que a aplicação anual de resíduo aumentou o conteúdo de bases trocáveis, diminuiu a saturação de alumínio e aumentou a disponibilidade de fósforo em relação ao testemunha. O uso de apenas fertilizantes resultou no aumento do teor de fósforo disponível e de cálcio trocável. A combinação ds fertilizante com o resíduo resultou em aumentos nos parâmetros de fertilidade do solo do que o uso destes "inputs" sozinhos.

Os resultados obtidos por Kretzschmar et al., (1991), Geiger et al., (1992) e Hafner et al., (1993) são corroborados por Vandermeer et al., (1998) quando afirmam que a manutenção dos restos culturais e das raízes, no campo, é crítica para manter a fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes em sistemas agrícolas, que envolvem apenas culturas. Estes sistemas são altamente afetados pelo tipo e quantidade de fertilizante usado, pela retirada da colheita, pelo manejo dos restos culturais, pelas capinas e pelo sincronismo entre a liberação de nutrientes dos resíduo e a absorção pela cultura (Myers et al, 1994).

Avaliando o efeito da decomposição e mineralização de resíduos de leguminosas e não leguminosas em um solo subártico Koenig e Cochran (1994) observaram que a liberação de N dos resíduos ocorreu no inverno, não coincidindo com a época de demanda da cultura.

Usando 0, 6,3, 12,5, e 25,0g/kg de matéria seca de trigo e trevo incorporados nas camadas de 0-2,5cm e 7,5-10cm em condição de umidade constante e ciclo alternados de úmido-seco, Paul et al, (2001) constataram que o solo úmido sem resíduos sofreu uma leve acidificação, enquanto que no solo com resíduos o pH aumentou rapidamente (de 1 a 7 dias após a adição) devido a associação e particularmente oxidação de ânions orgânicos adicionados pelo material vegetal. Após o sétimo dia da aplicação do restos vegetais ao solo houve uma gradual redução do pH atribuída à mineralização e subsequente nitrificação do N orgânico adicionado. A adição de 12,5 e 25,0g/kg de matéria seca de restos de trigo e 6,3 e 25,0g/kg de restos da leguminosa, resultou na alcalinização da camada de 0- 2,5cm do solo. Isso leva a crer, que o aporte de resto culturais em grandes quantidades pode elevar o pH de solo, inicialmente baixos, a valores satisfatórios para o cultivo.

O efeito da remoção dos restos de cultura do campo na ciclagem de nutrientes é mais pronunciado em solos de textura arenosa com baixo teor de matéria orgânica e reduzida reserva de nutrientes.

Powel et al., (1991) mostraram que os teores de matéria orgânica declinaram rapidamente quando os resíduos foram removidos de campos de sorgo, devido a alta taxa de mineralização de carbono na estação de crescimento, na qual não houve limitação de umidade. Neste tipo de solo, o uso de restos de cultura apenas na superfície do solo tem mostrado efeito benéfico no crescimento das culturas.

A quantidade de N que retorna ao solo, dos restos culturais, são superiores à contida no esterco de animais alimentados com estes restos (Powell e Unger, 1998).

As raízes podem ser, particularmente, importantes na manutenção da fertilidade do solo, se houver uma grande remoção de resíduos da superfície do solo. Powell e Unger (1998) observaram que a quantidade de nitrogênio retornada, ao solo, pelas raízes foi superior a do esterco de animais alimentados com a parte aérea. Singh e Shekhar (1989) também constataram que raízes de culturas anteriores fornecem nutrientes para culturas seguintes.

Em situação de monocultura, os restos de cultura são queimados devido a dificuldades de incorporação e/ou como forma de diminuir o inóculo de doenças. No caso do abacaxizeiro a grande preocupação é a fusariose e a cochonilha. A queima disponibiliza todos os nutrientes contidos na massa vegetal, favorecendo as perdas por lixiviação e volatilização. Urquiaga et al., (1991) relataram a importância de não se queimar a palha na cultura da cana-de-açúcar e concluem, que a manutenção da palha na superfície do solo promove uma redução no custo de produção e um ganho de 18% na produtividade do canavial, em relação ao sistema tradicional em que se efetua a queima.

A qualidade depende da espécie e das condições de cultivo. Almeida, (dados não publicados) avaliando diferentes proporções calcário/gesso no cultivo do feijoeiro cultivar Carioca, constatou que a composição química dos restos de cultura, variou com o tratamento adotado, e os teores de N oscilaram de 1,67% a 2,57%. Considerando que cada planta sob cultivo convencional produziu, em média, 16,4g de matéria seca (caule + folhas + palha das vagens) e que o teor de N nesse material foi em média 2,23%, se todo resto cultural fosse devolvido ao solo, em um hectare com 200.000 plantas, devolveria ao solo, em média, 72kg de N.

A qualidade do material está relacionada também com a velocidade de liberação e imobilização de nutrientes. Variações nos fatores ambientais, incluindo temperatura, umidade constituição da comunidade de decompositores, e as diferenças na composição dos resíduos influenciam na decomposição dos resíduos de culturas (Swift et al., 1979; Stott et al., 1986). As plantas em geral contêm a mesma classe de compostos orgânicos, tais como celulose, hemicelulose, amido, proteínas, lipídios e polifenóis, mas a proporção de cada composto orgânico depende da espécie e da maturidade, o que influencia na taxa de decomposição.

Nas condições ambientais, a composição do resíduo passa a influenciar na taxa e na extensão da decomposição. A concentração de C e N tem sido extensivamente usada para medir a qualidade do resíduo (Christensen, 1986; Jawson e Elliot, 1986). A relação C/N é freqüentemente usada para explicar as diferentes taxas de ciclagem, de cada resíduo em decomposição (Aber e Melillo, 1982; Hendrickson, 1985; Oades, 1988; Cheshire e Chapman, 1996). A decomposição de resíduos orgânicos mais recalcitrantes é considerada ser controlada pelo conteúdo de lignina (Fogel e Cromack, 1977) ou pela relação lignina:N (Melillo et al., 1982; Fox et al., 1990; Tian et al., 1992, Koennig e Cochran, 1994).

Segundo Myers et al., (1994), o material que libera nutrientes lentamente ou imobiliza nutrientes durante os estágios iniciais de decomposição, é considerado de baixa qualidade como por exemplo, a palha de cereais e bagaço de cana. Materiais de alta qualidade liberam nutrientes rapidamente, como é o caso de resíduos de leguminosas e esterco animal. Todavia, o remanescente de caule e folhas de cereais, após a colheita de grãos, com alta relação C/N mantém um equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização de nutrientes no solo. Quando o retorno desses restos diminui, o equilíbrio é quebrado favorecendo a mineralização da matéria orgânica do solo.

O composto de lixo segundo Gadelha et al., (1988), tem ação muito semelhante ao esterco de curral, porém com atividade mais acentuada, atuando fortemente na solubilização dos produtos minerais e melhoria da estrutura do solo. Estes pesquisadores aplicando diferentes doses de composto de lixo (0; 1,4; 2,8 e 3,5kg.metro linear⁻¹) na cultura do abacaxi “Somoot Cayenne”, verificaram que a dose de 3,5kg/metro linear promoveu a produção de frutos mais pesados (1.544 kg).

1.1.3. Efeitos da adubação orgânica nas propriedades do solo.

1.1.3.1. Efeitos químicos

Os principais efeitos químicos resultante da adição de restos culturais no solo, são: a) aumento do teor de matéria orgânica do solo, ao longo dos anos, pela adição de fitomassa total e outros organismos (Rasmussen,1999); b) o aumento da disponibilidade de macro e micronutrientes no solo, em formas assimiláveis pelas plantas (Larson et al.,1972; McIntyre et al., 2000; Mendonza et al., 2000); c) o aumento da CTC efetiva do solo (Mendonza et al., 2000); d) o auxílio na formação de ácidos orgânicos fundamentais ao processo de solubilização dos minerais do solo (Berton e Pratt,1997); e) a diminuição nos teores de alumínio trocável (Kretzschmar et al., 1991); f) a elevação do pH do solo e conseqüentemente, redução da acidez (Paul et al., 2001).

Comparando o aproveitamento de nitrogênio do solo, oriundo da adubação com uréia, da incorporação de mucuna preta (44t/ha de matéria seca e 25,8g/kg de N) e das combinações de mucuna com uréia, Scivittaro et al., (2000) constataram que o solo forneceu a maior parte do N acumulado nas plantas de milho, seguido, em ordem decrescente, pela uréia e mucuna preta. O uso da mucuna preta mais 100kg de N promoveu maior rendimento de parte aérea e conseqüentemente de grãos.

Estes resultados indicam, segundo Scivittaro et al., (2000), que a presença do adubo verde pode favorecer a utilização de N da uréia, provavelmente, reduzindo o seu potencial de perda do sistema solo-planta. Entretanto, os referidos autores citam que este resultado é divergente de Westcott e Mikkelsen (1987), que não observaram alterações no aproveitamento de N do adubo mineral com a presença do adubo verde, e de Azam et al., (1985), que relataram que a associação entre adubo verde e mineral reduziu a eficiência de utilização de N da fonte mineral, o que foi atribuído à imobilização de N do fertilizante propiciada pela incorporação dos resíduos vegetais ao solo. Por outro lado, Mitchell et al., (2000) verificaram que ao adicionar resto de cevada verde com 2% de N ao solo, a lixiviação de N durante dois anos foi aumentada. Esta diferença nos resultados pode ser causada pela época de incorporação e pelo tipo (composição e idade) de resíduos, em relação às exigências da cultura.

O manejo do solo das entrelinhas na nutrição da laranjeira Hamilin, enxertada em laranjeira caipira, com cobertura morta de capim gordura e adubação verde com mucuna preta aumentou os teores foliares de fósforo (Gallo e Rodrigues, 1960).

A quantidade de nutriente acumulada é proporcional à quantidade de biomassa produzida, variando, entre as espécies, a eficiência de absorção.

Trabalhando com diferentes espécies de leguminosas, Alvarenga et al., (1995) destacaram o feijão guandu como a espécie que imobilizou as maiores quantidades de N, P, K (336,2; 20,9; 180,7kg/ha, respectivamente).

Os maiores teores de nutrientes foram observados por Manhães e Cruz Filho (1983), na mucuna-preta, no guandu, e no feijão-de-porco.

As quantidades de matéria verde, de matéria seca e de nutrientes adicionados ao solo, por algumas espécies foram apresentadas Vitti e Silva (1996), como se segue: a *Crotalaria juncea* produz de 12 a 18t/ha de matéria seca, 360-540kg/ha de N, 30-45kg/ha de P_2O_5 e 168-252kg/ha de K_2O enquanto, o nabo forrageiro produz de 3,0-5,0t/ha de matéria seca, 11kg/ha de N, 28kg/ha de P_2O_5 e 151kg/ha de K_2O .

O potencial de produção de fitomassa e o acúmulo de nutrientes na parte aérea do amendoim forrageiro (1.018kg/ha de N; 72,9kg/ha de P_2O_5 ; 242kg/ha de K_2O); do siratro (884kg/ha de N; 65,1kg/ha de P_2O_5 ; 324kg/ha K_2O), do cudzu tropical (773kg/ha de N; 53,9kg/ha de P_2O_5 ; 274kg/ha de K_2O), do calopogônio (139,7kg/ha de N; 11,4kg/ha de P_2O_5 ; 45kg/ha de K_2O) e do estilozantes (354,3kg/ha de N; 28,2kg/ha de P_2O_5 ; 188,8 kg/ha de K_2O) foram quantificados por Espíndola (2001) em seis cortes de amendoim forrageiro, em sete cortes de cudzu e siratro e em dois cortes de estilozantes.

Os teores de nutrientes na parte aérea das leguminosas variaram de acordo com o adubo verde. Os maiores teores de N foram obtidos com feijão-de-porco (28g/kg), mucuna anã (26g/kg) e mucuna preta (24g/kg) (Silva, 1995). Entretanto, a quantidade de nutrientes incorporados ao solo depende da produção de fitomassa.

A produção de fitomassa obtida por Silva (1995) para *Crotalaria juncea* e feijão-de-porco foi superior a produção obtida por Azeredo e Manhães (1983), a produção do guandu, mucuna anã e labe-labe ficou dentro da faixa obtida por estes autores, enquanto a produção da *Crotalaria spectabilis* e a mucuna preta foi inferior ao rendimento obtido por Azeredo e Manhães (1983).

A *Crotalaria juncea* apresenta grande resistência à seca, pois o seu sistema radicular atinge até 4 a 6m, sendo que 80% dele encontra-se nos primeiros 30cm do solo (Scaranari e Inforzato, 1952), e é o adubo verde de maior rendimento em material verde e de incorporação de N, P, K, quando comparada com mucuna preta e soja cultivar Santa Rosa (Gloria et al., 1980).

O sistema de cultivo das leguminosas interfere na produtividade de massa de matéria seca pela leguminosa. Para feijão-bravo-do-Ceará, lab-lab e guandu, Favero et al., (2000) observaram que a produtividade de massa de matéria seca foi maior para as leguminosas cultivadas livres da vegetação espontânea.

O feijão-bravo-do-Ceará apresentou maior aporte de fitomassa e consequentemente, apresenta-se promissor na ciclagem de nutrientes. Deve-se ressaltar, que no sistema de consórcio das leguminosas com a vegetação espontânea (Medeiros, 1989) constatou que houve redução na produção de massa de matéria seca da vegetação espontânea, causada pelo abafamento e repressão de tais plantas, ou pelo efeito alelopático.

Silva (1995) corrobora os resultados obtidos por Medeiros (1989), atribuindo a repressão à vegetação espontânea ao crescimento inicial rápido do adubo verde. Segundo Almeida (1988), os resíduos sobre o solo, como cobertura morta proporcionam

efeitos alelopáticos mais pronunciados e prolongados, visto que ocorre uma concentração dos aleloquímicos na superfície.

A mudança da fertilidade do solo altera as espécies de vegetação espontânea. Silva (1995), observou que nas parcelas cultivadas com adubo verde predominou guaxuma, indicadora de solos compactados (GUIA RURAL, 1986), enquanto a *Brachiaria* predominou nos tratamentos com adubação química.

Ainda em relação à avaliação da fertilidade do solo, Espíndola (2001) verificou que o cultivo de siratro promoveu aumento nos valores de pH e redução nos teores de Al, na camada de 0-5cm. Também foram observados aumentos no teor de Ca + Mg nessa camada, para todas as leguminosas. Em valores médios, o cudzu proporcionou um acúmulo de matéria orgânica (12,1g/kg de solo) estatisticamente superior frente ao apresentado pelo amendoim forrageiro (10,8g/kg de solo). A manutenção dos resíduos vegetais sobre o solo aumentou os teores de Ca, Mg e K na camada superficial do solo.

Aslander e Neeme (1965) concluíram que o emprego de gramínea como adubo verde influenciou favoravelmente a solubilização do potássio e possibilitou assimilar maior quantidade desse elemento. Resultado semelhante foi obtido por Myasaka et al., (1966) ao verificarem que a fitomassa de leguminosas e de gramíneas, quando incorporadas ao solo pouco antes do plantio de feijoeiro ou usadas como cobertura morta, promoveram aumento na disponibilidade de potássio no solo e consequentemente nas folhas do feijoeiro.

O sincronismo entre o fornecimento de nutrientes liberado pelos resíduos da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse comercial é fundamental para o sucesso desta prática, sob o risco de perdas de N por lixiviação e desnitrificação (Stute e Posner, 1995).

O sincronismo entre a liberação de nutrientes e o aproveitamento pela cultura seguinte foi observado por Sisworo et al., (1990), que avaliando a eficiência de utilização de N proveniente de resíduos e de fertilizantes na cultura de arroz sequeiro, constataram que o N proveniente dos restos de caupi foram absorvidos (11-27%) mais eficientemente do que o N oriundo do fertilizante (9-18%). Quando se cultivou milho/soja sob restos de arroz, a eficiência do fertilizante foi superior (32-40%) a dos restos culturais do arroz (2-4%). Fato semelhante ocorreu no cultivo do caupi sobre resíduos de milho/soja, em que a eficiência de utilização do N oriundo de fertilizantes foi de 15-40% e dos restos culturais de caupi foi de 6-14%. Segundo os autores, houve melhor sincronismo na absorção de N proveniente do caupi pela cultura do arroz, do que daquele proveniente do fertilizante.

Os diferentes padrões de decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos vegetais das leguminosas, utilizadas na cultura da bananeira, foram observados por Espíndola (2001). A rápida decomposição do amendoim forrageiro, associada à rápida liberação de N num curto espaço de tempo, possibilita maiores perdas de nutrientes. Por outro lado, a vegetação espontânea formada por *Panicum maximum* Jacq. causou a imobilização de N, Ca e Mg por vários meses, o que levou a uma competição, por estes nutrientes, com a cultura consorciada. Dentro desta perspectiva, Espíndola (2001) considerou que as leguminosas cudzu tropical e siratro revelaram-se como as melhores plantas de cobertura, na medida que são capazes de liberar nutrientes para a outra cultura de uma forma mais sincronizada, além de manter seus resíduos cobrindo o solo durante um maior período, evitando os riscos de erosão.

Experimentos têm mostrado que o uso de esterco pode ser mais efetivo do que os fertilizantes inorgânicos no aumento dos rendimentos (Bishop et al., 1964; Dubetz et al., 1975). Contudo, em outros estudos, o uso de esterco como fonte de nitrogênio foi

menos eficiente do que o fertilizante inorgânico (Hoy e Rice, 1977; Miller e Mackenzie, 1978).

Estas diferenças quanto ao efeito adubo orgânico usado isoladamente ou associado a adubos inorgânicos se devem à composição do adubo orgânico utilizado. Avaliando o efeito do esterco e da uréia sobre o nitrogênio do solo e o rendimento da matéria seca do milho, Xie e Mackenzie (1986) observaram que o esterco de porco resultou em maior teor de nitrato no solo quando comparado ao esterco fresco e compostado de bovino. Foram necessários 5,0kg de N-esterco para equivaler a 1,0kg de N-uréia, em termos de aumento dos níveis de nitrato do solo.

Uma das mais importantes propriedades do solo é a CTC, responsável pelo equilíbrio entre as fases sólidas e líquidas e pela diminuição das variações das concentrações de íons, resultantes de diferentes práticas agrícolas. Na maioria dos solos tropicais a matéria orgânica apresenta a maior contribuição para a CTC dependente de pH, uma vez que as argilas são caracterizadas pela baixa atividade (Pavan et al., 1985.)

Assim, a utilização dos resíduos vegetais mantém os teor de matéria orgânica do solo que tende, ao longo dos anos, a aumentar o teor de húmus no solo. O húmus tenderá a aumentar a CTC, fundamental para a manutenção da fertilidade do solo e nutrição das plantas.

1.1.3.2. Efeitos biológicos

A presença de material orgânico no solo é determinante na atividade e população dos microrganismos, uma vez que a matéria orgânica é, antes de mais nada, fonte de energia para os organismos do solo (Wolters, 2000). Em função disso, existe a suspeita por parte dos produtores de abacaxi, de que o uso contínuo de matéria orgânica na cultura incrementa o ataque da fusariose. Todavia, Goes et al., (1987), avaliando o efeito da adição de diferentes doses de esterco de curral mais urina, misturado a ponteiro de cana com decomposição incompleta, na cultura do abacaxi pérola, verificaram que o uso de matéria orgânica não interferiu na infestação das plantas pelo fusarium e que a incidência da doença se deve ao uso de mudas contaminadas.

Em solos manejados no sistema convencional, observa-se o menor desenvolvimento de microrganismos, devido às constantes oscilações de temperatura e umidade do solo face a menor cobertura.

Conforme Sidiras et al., (1984), no plantio direto há maior e mais profunda distribuição de nódulos. A importância de nódulos e raízes em maior profundidade no solo reside no fato de que a planta e o simbionte não estão sujeitos a perdas d'água e a oscilações térmicas, o que significa maior estabilidade na fixação do nitrogênio.

De acordo com Sharma et al., (1982) e Santos e Ruano (1987), a prática da adubação verde pode se constituir num dos métodos mais valiosos e baratos no controle de nematóides, desde que se opte pela espécie adequada. Entretanto, em bananeira, McIntyre et al., (2000) não observaram efeito da cobertura morta sobre a redução dos prejuízos causados pelos nematóides.

Dentre as diversas plantas cultivadas, algumas contribuem para o incremento populacional dos nematóides e outras são antagonicas, ou seja, abaixam sua população no solo. Semelhantes efeitos têm sido observados em diferentes espécies de plantas usadas como adubo verde. De acordo com Santos e Ruano (1987), as crotalárias, mucunas e o gandú são espécies de verão que apresentam os melhores efeitos no controle populacional dos nematóides. Entre as gramíneas de inverno destaca-se a aveia,

o centeio, o azevém e a cevada. Entre as leguminosas de inverno, a alfafa e a seradela e a aspérula têm sido promissoras.

É possível que algumas espécies de plantas, ao se decomporem no solo, liberam ácidos e substâncias aleloquímicas dos tecidos e raízes, interferindo nas larvas e ovos de nematóides no interior dos tecidos das plantas. Além dos resíduos vegetais acumulados no solo, essas plantas aumentam a atividade biológica, aumentando o número de organismos, tendendo a manter um equilíbrio natural de espécies sem comprometer o desenvolvimento das culturas (Silva, 1995).

1.1.4. O Biofertilizante

Na literatura o termo biofertilizante está relacionado à atuação de microrganismos em benefício das plantas no sentido de nutri-las e protegê-las, minimizando o uso de insumos artificiais.

Santos e Akiba (1996) citam que, Segundo decreto nº. 86.955, de 18 de fevereiro de 1982 do Ministério da Agricultura, os biofertilizantes são produtos que contêm microrganismos como princípio ativo ou como agente capaz de atuar direta ou indiretamente, sobre as plantas cultivadas, elevando a sua produtividade. No meio agrônomo, o termo biofertilizante freqüentemente se refere ao efluente, resultante da decomposição aeróbia ou anaeróbia de produtos orgânicos puros ou complementados com minerais (Santos e Akiba, 1996), o qual será enfocado neste tópico.

O Agrobio, produzido pela PESAGRO-RJ, é obtido da atividade de microrganismos em sistema aberto, sobre esterco bovino fresco, leite ou soro, melão, e outros substratos orgânicos, com adição de macro e micronutrientes. Quando pronto apresenta cor escura e com odor característico de produto fermentado, pH na faixa de 5,0 a 6,0; 34,69g/l de matéria orgânica; 0,8% de carbono; 631mg/l de N; 170mg/l de P; 1,2g/l de K; 150g/l de Ca e 480mg/l de Mg, além de traços de micronutrientes essenciais para as plantas (EMBRAPA, 2000).

O biofertilizante pode ser usado na agricultura para vários fins. No solo, segundo Oliveira et al., (1986), promove melhoria nas propriedades físicas tornando os solos mais soltos, com menor densidade aparente e estimula as atividades biológicas. Geralmente reduz a acidez do solo com a utilização continuada ao longo do tempo, e o enriquece quimicamente. Esta ação se deve a capacidade do biofertilizante reter bases, pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas (Dessai e Subbiah, 1951, Black 1975 citado por Oliveira et al., 1986). Aumentos nos teores de P, Ca, Mg, e K no solo foram observados por Oliveira et al., (1986) e por Vargas (1990) que consideram o biofertilizante uma imensa fonte de nitrogênio. Na sua composição foi detectada, ainda, uma concentração considerável de micronutrientes como de boro, de cobre, de cloro, de ferro, de molibidênio, de manganês, e de zinco (Oliveira e Estrela, 1984).

Em feijoeiro, Gialbiatti et al., (1996) observaram que a aplicação de adubação mineral e da dose de biofertilizante de 40m³/ha, quinze dias antes do plantio, resultaram em maior desenvolvimento do feijoeiro. Este resultado, segundo os autores, se deveu a melhoria das condições físicas do solo, da capacidade de troca catiônica, e da disponibilidade de nutrientes.

A aplicação de biofertilizante líquido, via foliar, reduz os problemas fitossanitários em várias culturas. Santos et al., (1992a), utilizando biofertilizante líquido em condição de laboratório, verificou que o mesmo inibiu a germinação de esporos de fungos fitopatogênicos como *Colletotrichum gloesporioides*, *Thielaviopsis*

paradoxa, *Penicillium digitatum*, *Rhizopus sp*, *Cladosporium sp* e *Fusarium sp*. Em toletes de cana-de-açúcar inoculados com *T. paradoxa* e submetidos à imersão com biofertilizante líquido e com fungicida mercurial a 0,15%, constatou que os toletes inoculados e não inoculados e imersos em biofertilizante, à semelhança dos toletes tratados com fungicida, desenvolveram as gemas meristemáticas e emitiram intensa quantidade de raízes, com média de comprimento acima de 7,0 cm, enquanto os testemunhas não emitiram gemas meristemáticas e as raízes, não ultrapassaram de 1,0 cm de comprimento (Castro et al., 1991).

Em abacaxizeiro, Gadelha et al., (1992) pulverizando biofertilizante a 50%, e urina animal fermentada em as plantas com sintomas de fusariose, constataram que as plantas recuperaram o desenvolvimento normal, e quando analisadas em laboratório não indicaram a presença do fungo, enquanto nos testemunhas o fungo foi encontrado em abundância.

O biofertilizante líquido possui, ainda, ação bacteriostática quando usado preventivamente, em pulverizações foliares ou no solo, desde que as concentrações de bactérias patogênicas estejam inferiores a 10^5 células/ml (Santos et al., 1992 b).

O efeito controlador do biofertilizante líquido, sobre as pragas se baseia, segundo Santos e Akiba (1996) no fato de confundir o olfato do inseto, interferindo na informação, às pragas, quanto à localização de suas plantas hospedeiras, promovendo um efeito de repelência em relação a eles. Por outro lado, a repelência promovida pelo biofertilizante líquido pode ser por evidenciar odores e aromas indesejáveis.

Além disso, o biofertilizante contém a presença de uma substância coloidal, que é adesiva e quando pulverizada seca sobre as praga, aderindo-as na superfície dos vegetal e as impedido de se locomover e de se alimentar. Outro tipo de ação é a desidratação dos insetos (Santos e Sampaio, 1993).

Assim, o biofertilizante surge como uma alternativa capaz de contribuir para a melhoria da qualidade do solo e da nutrição da planta, além de atuar direta e indiretamente no controle fitossanitários.

1.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABER, J. D.; MELLILO, J. M. Litter decomposition: measuring relative contributions of organic mater and nitrogen to forest soils. *Canadian Journal of Botany*, v.50, p. 416-421, 1980.
- ALBRIGO, L. G. Pineapple nutrition. In: *Temperate To Tropical Fruit Nutrition*. New Brunswick. New Jersey: N.F. Children, 1966, p. 611-650.
- ALMEIDA, A. de. Efeito de relações $\text{CaCO}_3/\text{CaSO}_4$ sobre o movimento de nutrientes no solo e sobre o desenvolvimento do feijoeiro cv. Carioca (*Phaseolus vulgaris* L) (Dados não publicados).
- ALMEIDA, F. S. *A alelopatia e as plantas*. Londrina, IAPAR, 1988. 60p. (IAPAR. Circular, 53).
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA, FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação dos solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 30, p. 175-185, 1995.
- AQUINO, R. L. de; VIEIRA, A.; AZEREDO, J. A. de; GENÚ, P. J. de C.; KLIEMANN, H. J. Nutrição mineral do abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L) Merrill). In: HAAG, H. P. *Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais*, Campinas: Fundação cargill, 1986, p. 31-58.
- ASLANDER, A.; NEEME, A. Influência que ejercem los materiales orgânicos sobre la fijación del potasio en el suelo. *Revista de la Potassa*, v. 2, p.1-2, 1965.
- AZEREDO, F. D.; MANHÃES, M. S. Adubação orgânica. In: ORLANDO FILHO, J. *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba, Planalsucar, 1983, p. 211-225.
- BARTHOLOMEW, D. P.; KADZIMAN, S. B. Eco-physiology of pineapple. In: SYMPOSIUM ON ECO-PHYSIOLOGY OF TROPICAL CROPS. Honolulu, University of Hawaii, 1975. 58p.
- BARTOLOMÉ, A .P.; RUPÉRES, P.; FÚSTER, C. Pineapples fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivates. *Food Chemistry*, v.53, p.75-79, 1995.
- BERTON, R. S.; PRATT, P. F. Evolution of phosphorus requirement by the sorption isotherm technique in soils amended with organic materials. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.199-206, 1997.
- BEZERRA, J. E. F.; SILVA, A . B. da; LEDERMAN, E.; REIS, R. M. G. Manejo dos restos culturais do abacaxizeiro e sua influência na produção, qualidade dos frutos e na erosão do solo II. Dados do terceiro e quarto ciclos de produção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.17, p.101-110, 1995.

BISHOP, R. F.; JACKSON, C. R. ; MACEACHERN, C. R.; MACLEOD, L. B. A long-term field experiment with commercial fertilizers and manure. III. Fertility levels, crop yields, and nutrients levels in corn, oats, and clover. *Canadian Journal Soil Science*, v. 44, p.56-65, 1964.

BLEINROTH, E. W. Colheita e beneficiamento. In: NETTO, A. G.; CARVALHO, V. D.de; BOTREL, N.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M; GARCIA, A. E. ARDITO, E. F.G; GARCIA, E. E. C.; BORDIN, M. R. *Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 41p. (FRUPEX, Publicações Técnicas, 23).

BRAGA, N. R. Adubação verde em citros. *Laranja*, Cordeirópolis, v.7, p.229-307, 1986.

BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; MELLO, F. A. F. ; HAAG, H. P.; ARZOLLA, S.; OLIVEIRA, E. R. Boletim Técnico Científico nº 12, ESALQ. Piracicaba.1962.

BRENNER, K. Efeito da nutrição potássica sobre a qualidade do abacaxi para fins de exportação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, Campinas/SP, 1987, *Anais...* IAC, 1987, p.47-52.

BULISANI, E. A. Aproveitamento do labe-labe. *O Estado de São Paulo*, 1974. Suplemento Agrícola, São Paulo, v. 20, p.5.

BULISANI, E. A.; ROSTON, A. J. Leguminosas : adubação verde e rotação de culturas. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Curso sobre adubação verde no Instituto Agrônomo, 1. Campinas, 1993, p. 13-16.

CAETANO, A. A. Tratos culturais. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F. *Citricultura Brasileira*. Campinas, Fundação Cargill, 1980, p. 429-444.

CARVALHO, L.C.; SAMPAIO, V. R. Adubação NPK do abacaxizeiro-Doses e modo de aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA,6, Recife/PE, 1981, *Anais...SBF*, 1981, p.77-88.

CARVALHO, J. G.; OLIVEIRA, J. P.; PAULA, M. B.; BOTREL, N. Influência dos nutrientes na qualidade dos frutos. *Informe Agropecuário*, v.17, p. 457-463, 1994.

CARVALHO, J. E. B.; SOUZA, L. da. S.; CALDAS, R. C.; ANTAS, P. E. U. T.; ARAÚJO, A. M. de A. ; LOPES, L. C.; SANTOS, R. C. dos; LOPES, N. C. M.; SOUZA, A. L. V. Leguminosa como melhoradora da produtividade da laranja Pêra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16, 2000, Fortaleza, CE. *CD-ROM ... Fortaleza, CE:SBF*, 2000.

CARDINALI, L. R. Melhoria da eficiência do abacaxizal. Ministério da Agricultura. IPEACO. Circular nº 8, 36p.

CASTRO, C. M. de; SANTOS, A. V. dos. ; AKIBA, F. Comprovação "in Vitro" da ação inibidora do biofertilizante "Vairo" produzindo a partir da fermentação

Anaeróbia de esterco bovino, sobre a germinação de conídios de diversos gêneros de Fungos fitopatogênicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 24, *Resumos...* Rio de Janeiro, SBF, v.16, n.2, 1991.

CHESHIRE, M. V., CHAPMAN, S. J. Influence of N and P status of plant material and of added N and P on the mineralization of C from ^{14}C -labeled ryegrass in soil. *Biology and Fertility of Soils*, v. 21, p.166-170, 1996.

CHOAIRY, S. A.; OLIVEIRA, E. F. de; SANTOS, E. S. dos; FERNANDES, P. D. Estudos de consórcio na cultura do abacaxi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 21, p.873-878, 1986.

CHOAIRY, S. A.; FERNANDES, P. D. Adubação fosfatada em abacaxizeiro, cultivar Smooth Cayenne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6. Recife/PE, 1981, *Anais.SBF*, 1981a, p.59-66.

CHOAIRY, S. A.; FERNANDES, P. D. Adubação NPK em abacaxizeiro, cultivar Smooth Cayenne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6. Recife/PE, 1981, *Anais.SBF*, 1981b, p.67-76.

CHOAIRY, S. A.; OLIVEIRA, E. F. Efeito da adubação fosfatada e calagem em abacaxizeiro. João Pessoa, EMEPA/PA, 1986, 5p. (Comunicado técnico).

CHRISTENSEN, B. T. Barley straw decomposition under field conditions: effect of placement and initial nitrogen content on weight loss and nitrogen dynamics. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 18, p. 523-529, 1986.

CORRÊA, L.; FERNANDES, F. M. Importância da adubação na qualidade de frutos tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1, 1989, Ilha Solteira. *Anais...* Ilha Solteira: UNESP/ANDA/ POTAFÓS, 198, p.1-22.

COUTO, F. A. A. Aspectos tecnológicos da abacaxicultura mineira. *Informe Agropecuário*, v. 11, p. 8-12, 1985.

CUNHA, G. A. P.; REINHARDT, D. H. R. C. Efeito do parcelamento da adubação no crescimento vegetativo e produção do abacaxizeiro. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hort Science*, v.25, p.35-40, 1982.

CUNHA, G. A. P. Relatório de viagem de estudos à França e Costa do Marfim. Visita ao IRFA. Cruz das Almas: EMBRAPA/CNPMP. 1983. 47p.

CUNHA, G. A. P.; MATOS, A. P. de; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S.; SANCHES, N. F. RINHARDT, D. H. R. C. *Abacaxi para exportação*: aspectos técnicos da produção Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 41p. (FRUPEX, Publicações Técnicas, 11).

DUBETZ, S.; KOZUB, G. C.; DORMAAR, J. F. Effect of fertilizer, barnyard manure, and crop residues on irrigated crop yields and soil chemical properties. *Canadian Journal Soil Scienc*, v. 55, p. 481-490, 1975.

DULL, G. G. The pineapple: general. In: HULME, A. C. (Ed). *The biochemistry of fruits and their products*. London: Academic Press. 1971, cap. 9 A, v.2, p. 303-324.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. O biofertilizante Agrobio. *A lavoura*, v. 103, p. 46-47, 2000.

EPISTEIN, E. *Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro: Editora da Universidade de São Paulo, 1975. 341p.

ESPÍNDOLA, J. A. A. *Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva do solo e sua influência sobre a produção de bananeira*. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001, 120p. (Tese de Doutorado)

FADINI, M. A. M.; REGINA, M de A.; FRÁGUAS, J. C.; LOUZADA, J. N. C. Efeito da cobertura vegetal do solo sobre a abundância e diversidade de inimigos naturais de pragas em vinhedos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16, 2000, Fortaleza, CE. *CD-ROM ...* Fortaleza, CE:SBF, 2000.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, I. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES J.C. I. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 24, p. 171-177, 2000.

FERRAZ, L.; PEDROSA, A. C.; DANTAS, A. P.; SILVA, A. Q. da; REIS, O. V. dos. Adubação fatorial na variedade Pérola de abacaxi em PERNAMBUCO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3, Rio de Janeiro, 1975. *Anais...* Rio de Janeiro, SBF, 1976. p.13-18.

FERRI, M. M. *Fisiologia Vegetal*. 2 ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 1985.361.

FIDALSKI, J. Diagnóstico de manejo e conservação do solo e da água na região do Nordeste do Paraná. *Revista Unimar*, v. 40, p. 443-45, 1997.

FOGEL, R.; CROMACK, JR. K. Effect of habitat and substrate quality on Douglas fir litter decomposition in western Oregon. *Canadian Journal of Botany*, v. 33, p.1632-1640, 1977.

FOLLET-SMITH, R. R.; BOURNE, C. L. C. The uptake of minerals by pineapple plants at different stages of growth. *Agricultural Journal Britany*, v.7, p.17-20, 1936.

FOX, R. H.; MYERS, R. J. K.; VALLIS, I. The nitrogen mineralization rate of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin, and nitrogen contents. *Plant and Soil*, v. 129, p. 251-259, 1990.

FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; GUMARÃES, P. T. G. Fontes de matéria orgânica e fertilização química na formação e produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Latossolo da região de cerrados. *Ciência e Prática*, v.19, p. 265-271, 1995.

GADELHA, R. S. de S.; VASCONCELOS, H. O.; COSTA, J. F. Época de aplicação de adubo químico em abacaxi. Rio de Janeiro, PESAGRO, 1979. 3p. (Comunicado Técnico, 30).

GADELHA, R. S. de S.; VIEIRA, A. Eficiência da adubação fosfatada em abacaxi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, Campinas/SP, 1987. *Anais...* Campinas, IAC, 1987, p.59-61.

GADELHA, R. S. de S.; VIEIRA, A.; GOES, A. de; LIBECK, L. T.; COSTA, R. A. da. Utilização de lixo fermentado na cultura do abacaxi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 23, p. 477-479, 1988.

GADELHA, R. S. de S.; CELETINO, R. C. A. Controle da fusariose do abacaxi através da utilização de produtos orgânicos. Macaé: PESAGRO-RIO. 1992. 3p. (Comunicado Técnico nº 9).

GALLO, J. R.; RODRIGUES, O. Efeitos de algumas práticas de cultivo do solo, na nutrição mineral dos citros. *Bragantia*, v.19, p. 345-360, 1960.

GEIGER, S. C.; MANU, A.; BATIONO, A. Changes in sandy sahelian soil following crop residue and fertilizer additions. *Soil Science Society American Journal*, v.56, p.172-177, 1992.

GIACOMELLI, E. J. ABC da abacaxicultura. Instituto Agrônomo de Campinas, 14p. 1969. (Boletim 189).

GIALBIATTI, J. A.; GARCIA, A.; SILVA, M. L.O.; MASTROCOLA, M. A.; CALDEIRA, D.S. A. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a duas lâminas de água por meio de irrigação por sulco. *Científica*, v. 24, n.1, p.63-74, 1996.

GLORIA, N. A. da; MATTIAZO, M. E.; PEREIRA, V.; PARO, J. M. Avaliação da produção de adubos verdes. *Saccharum*, v.3, p. 31-35, 1980.

GODEFROY, J.; GAILLARD, J. P.; HAURY, A. Evolution des caracteristiques chimique et structurales d'un sol brum eutrophe du Cameroun sous culture d'ananas. *Fruits*, v 32, n.10, p. 591-595, 1977.

GOES, A. de; GADELHA, R. S. de S.; VIEIRA, A. Influência da matéria orgânica na incidência de fusariose em abacaxi, cv. Pérola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 22, p.245-247, 1987.

GUIA RURAL. As enfermeiras da terra. São Paulo: Editora Abril, p.54-56, 1986.

HAFNER, H.; GOERGE, E.; BATIOO, A.; MARSCHNER, H. Effect of crop residues on root growth and phosphorus acquisition of pearl millet in acid sandy soil in Niger. *Plant and Soil*, v. 150, p.117-127, 1993.

HAGG, H. P.; ARZOLLA, S. ; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; OLIVEIRA, E. R.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do abacaxi (*Ananas sativus* Sch.). *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, v. 20, p. 33-40, 1963.

HENDRICKSON, O. Q. Variation in the C: N ratio of substrate mineralized during forest humus decomposition. *Soil Biology & Biochemistry*, v.17, p. 435-440, 1985.

HENSLER, R. F.; OLSEN, R. J. E; ATTOE, O. J. Effect of soil pH and application rate of dairy cattle manure on yield and recovery of twig plant nutrients by corn. *Agronomy Journal*, v. 62, 828-830, 1970,

HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GIACOMELLI, E. J.; GALLO, J. R. Composição química inorgânica do abacaxizeiro (*Ananas comosus* Cayenne) da região de Bebedouro, SP. *Ciência e Cultura*, v. 29, p. 324-326, 1977.

HIROCE, R. Composição química inorgânica do abacaxieiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1, 1982, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1982, p.111-120.

HOYT, P. B; RICE, W. A. Effects of high rates of chemical fertilizer and barnyard manure on yield and moisture use of six successive barley crops grown on three Gray Luvisolic soils. *Canadian Journal Soil Science*, v. 57, p.425-453, 1977.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A citricultura no Paraná.. Londrina, 1992. 288p. (IAPAR, Circular, 72).

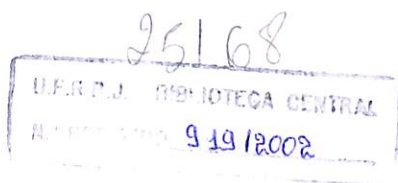
IUCHI, V. L. *Efeito de sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio sobre algumas características da planta e qualidade do fruto do abacaxizeiro (Ananas comosus L. Merr), variedade Smooth Cayenne*. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1978.61p. (Dissertação de Mestrado).

JAWSON, M. D.; ELLIOT, F. F. Carbon and nitrogen transformations during wheat straw and root decomposition. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 18, p. 15-22, 1986.

JONES, W. W.; EMBLETON, T. W. Soils, soil management and cover crops. In: REUTHER, W; BAATCHELOR, L. D; WEBBER, H. J. *The citrus industry*. Berkeley, University of California, Division of Agricultural Science, 1973, v.3, p.98-121.

JONS, G. G. Effect of *Arachis pinto* groundcover on performance of bananas in northern New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. v. 34, p. 1197-1204, 1994.

KOENING, R. T.; COCHRAN, V. Decomposition and nitrogen mineralization from legume and non legume crop residues in a subarctic agricultural soil. *Biology fertility Soil*. v. 17, p. 269-275, 1994.



KRETZSCHMAR, R. M.; HAFNER, H; BATIONO, A.; MARSCHNER, H. Long and short-term of crop residues on aluminum toxicity phosphorus availability and growth of pearl millet in acid sandy soil. *Planta and soil*, v.136, p.215-223, 1991.

LACOEULHE, J. J. Les résidues de culture de l'ananas. *Frutis*, v. 29, p. 501-504, 1974.

LARSON, W. E.; CLAPP, C. E.; PIERRE, W. H.; MORACHAN, Y. B. Effect of increasing amounts of organic residues on continuous corn. II. Organic carbon, nitrogen, phosphorus, and sulfur. *Agronomy Journal*, v. 64, p.204-208,1972.

LEE, N. Effect of pH on growth, ion uptake and mineral content of pineapples. *Journal of the Agriculture Association of China*, v.103, p. 65-74, 1978.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; GONZAGA NETO, L. Efeito do fracionamento de fertilizantes nitrogenados e potássicos no rendimento e qualidade do abacaxi Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, Campinas, 1987. *Anais...* Campinas, SBF, 1987, p.53-58.

MAGALHÃES, A. F. de J. Adubação verde na cultura dos citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, Salvador,1994, *Anais...*v.2, Cruz das Almas, SBF,1994, p.505-506.

MAGALHÃES, A. F. de J.; SOUZA, L. F. da S.; CUNHA, G.A. P. da. Efeitos de N, P, K, S , micronutrientes e calagem em abacaxi (*Ananas comosus* (L)Merril). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4, Salvador, 1977. *Anais...* Cruz das Almas, SBF, 1977, p.1-9.

MALAVOLTA, E. Potassium status of tropical and subtropical region soils. In: MUNSON, R. D. *Potassium in agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soils Science Society of America, 1985, p.163-200.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2 ed., Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997, p.319.

MANHÃES, M. S.; CRUZ FILHO, D. J. Avaliação dos rendimentos de leguminosas para adubação verde na zona canavieira do estado de São Paulo. *Saccharum*, v.6, p. 40-44, 1983.

MAFFIA, L. A. *Sobrevivência de Fusarium momiliforme Sheld. var.subglutinans wr. e Rg. No solo em restos culturais e sua erradicação de mudas de abacaxi (Ananas comosus, (L) Merrill) através de tratamento térmico*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1977, p.89. (Dissertação de Mestrado).

MATOS, A. P. de. Epidemiologia da fusariose do abacaxi. *Informe Agropecuário*, v.11, p.46-49,1985.

MATOS, A. P. de; AGUILAR, J. A. E.; NEIVA, L. P. A. Método para determinar a disseminação de Fusarium moniliforme var. subglutinans no abacaxizeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.16, p.337-339, 1981

- MCINTYRE, B. D.; SPEIJER, P. R.; RIHA, S. J.; KIZITO, F. Effect of mulching on biomass, nutrients, and soil water in banana inoculated with nematodes. *Agronomy Journal*, v. 92, p.1081-1085, 2000.
- MEDEIROS, A. R. M. *Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989, 92p. (Tese de Doutorado).
- MENDONZA, H. N. S.; LIMA, E.; ANJOS, L.H. C.; SILVA, L. A.; CEDDIA, M. B.; ANTUNES, M. V. V. Propriedades químicas e biológicas de solo de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e em queima da palhada. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 24, 201-207, 2000.
- MELILLO, J. M.; ABER, J. D.; MURATORE, J. F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecology*, v. 63, p. 621-626, 1982.
- MILLER, P. L.; MACKENZIE, A. F. Effect of manure, ammonium nitrate and S-coated urea on yield and uptake of N by corn and on subsequent inorganic N levels in soils in southern Quebec. *Canadian Journal Soil Science*, v. 58, p.153-158, 1978.
- MITCHELL, R. D. J.; HARRISON, R.; RUSSEL, K. J.; WEBB, J. The effect of crop residue incorporation date on soil inorganic nitrogen, nitrate leaching and nitrogen mineralization. *Biology Fertility Soils*, v.32, p. 294-301, 2000.
- MYASAKA, S.; CAMARGO, A. P.; INFORZATO, R.; IGUE, T. Efeitos da cobertura e da incorporação ao solo antes do plantio de formas de matéria orgânica não decomposta na cultura da do feijoeiro. *Bragantia*, v.25, p. 349-363, 1966.
- MONEGAT, C. *Plantas de cobertura de solo: características e manejo em pequenas propriedades*. Chapecó, 337p, 1991.
- MONTENEGRO, W. W.; TORRES, G.; SILVA, G. da. Ensaio de adubação em *Ananas comosus* no Brasil. *Fertilidade*, v. 3, p.5-25, 1967.
- MORALES, E. A. V. *Efeito da adubação NPK em abacaxi (Ananas comosus (L) Merrill) em solos de cerrado do Distrito Federal*. Viçosa, UFV, 1974, 61p. (Dissertação de Mestrado).
- MYERS, R. J. K.; PALM, C. A.; CURVAS, E.; GUNATILLEKE, I. U. N.; BROSSARD, M. The synchronization of nutrient mineralization and plant nutrient demand. In: WOOLMER, P. I.; SWIFT, M. J. *Biological Management of Tropical Soil Fertility*. Wiley: Chichester, U.K, p. 81-116, 1994.
- OADES, J. M. The retention of organic matter in soils. *Biogeochemistry*, v. 5, p. 35-80, 1988.
- OLIVEIRA, I. P.; ESTRELA, M. F. C. Biofertilizante animal: potencial de uso. In: *Encontro de Técnicas em Biodigestores do Sistema EMBRAPA*. 2 Goiânia, 83. Brasília: EMBRAPA. 1984. 16p.

OLIVEIRA, I. P.; SOARES, F. M.; MOREIRA, J. A. A.; ESTRELA, M. F. C.; DALL'ACQUA, F. M.; PACHECO FILHO, O.; ARAÚJO, R. S. *Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo*. Goiânia: EMBRAPA-CNPQ. 1986. 24p. Circular Técnica.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, A. A. C.; AQUINO, A. R. L. de; COSTA, J. B. A. Avaliação de leguminosas para adubação verde em pomares de cajueiro anão precoce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16, 2000, Fortaleza, CE. CD-ROM .. Fortaleza, CE:SBF, 2000.

PAULA, M. B. de; CARVALHO, de J. G.; NOGUEIRA, F. D.; SILVA, C. R. de R. Exigências nutricionais do abacaxizeiro. *Informe Agropecuário*, v.11, p.27-31, 1985.

PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; NOGUEIRA, F. D. Nutrição e adubação do abacaxizeiro. In: INFORME AGROPECUÁRIO, v.19, p.33-37, 1998.

PAULA, M. B. de; CARVALHO, de J. G.; NOGUEIRA, F. D.; SOUZA, L. F. da S. Efeito da calagem, potássio e nitrogênio na produção e qualidade do fruto do abacaxizeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, n.9, p.1337-134, 1991.

PAUL, K. I.; BLACK, A. S.; CONYERS, M. K. Effect of plant residue return on the development of surface soil pH gradients. *Biology Fertility Soils*, v.33, p.75-82, 2001.

PAVAN, M. A.; BINGHAN, F.T.; PRATT, P. F. *Chemical and mineralogical characteristics of selected acid soils of the State of Paraná, Brazil*. Turrialba, v.35, p.131-139, 1985.

PINTO, L. F. G.; CRESTANA, S. Viabilidade do uso da adubação verde nos agroecossistemas da região de São Carlos, SP. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 22, p.329-336, 1998.

POWELL, J. M.; HONS, F. M. Sorghum stove removal effects on soil organic matter content, extractable nutrients and crop yield. *Journal Sustainable of Agriculture*, v.2, p.25-39, 1991.

POWELL, J. M.; HONS, F. M.; McBEE, G. G. Nutrient and carbohydrate partitioning in sorghum stove. *Agronomy Journal*, v.83, p.933-937, 1991.

POWELL, J. F.; DORAN, J. W.; WILHELM, W. W. Uptake of nitrogen from soil, fertilizer and crop residues by no-till corn and soybeans. *Soil Science Society of America Journal*, v. 50, p. 137-142, 1986.

POWELL, J. M.; UNGER, P. W. Alternatives to crop residues for sustaining agricultural productivity and natural resource conservation. *Journal of Sustainable Agriculture*, v.11, p. 59-83, 1998.

PY, C.; TISSEAU, M. A. ; OURY, B.; AHAMADA, F. Fertilizing pineapples in Guinea. *Fertilité*, v.3, p. 5-25, 1957.

PY, C. *La piña tropical (L'ananas)*. Barcelona: Blume.1969, 278p.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. *L'ananas: culture, sés produits*. Paris, G.P Maisonneuve et Larose et ACT, 1984. 562p.

RASMUSSEN, K. J. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. *Soil & Tillage Research*, v. 53, p. 3-14, 1999.

RAZZAQUE, A. H. M.; MUSA, M. H.; RAHIM, A. A.; HANIF, A. H. M. Pineapple response to nitrogen application on tropical peat: II. Effect fruit yield and quality. *Fruits*, v. 55, p. 207-212, 2000.

REINHARDET, D. H. R. C.; NEIVA, L. P. A. Adubação NPK e fontes de potássio em abacaxi Pérola na microregião baiana de Feira de Santana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, Brasília, 1986. *Anais...* Brasília, SBF, 1986, v.1, p. 41-46.

RODRIGUES, A. E. C.; PETZHOLD, R. B. Efeito da adubação com NPK e de Calcário dolomítico sobre a produção de frutos do abacaxizeiro cv. Pérola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, Campinas/SP. 1987. *Anais...* Campinas/SP, IAC, 1987, p.41-45.

SALISBURY, F. B. ; ROSS, C. W. Mineral nutrition. In: *Plant Physiology*, 4th ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1991, p.116-160.

SALVO FILHO, A. Manejo do solo em citricultura. In: CURSO INTENSIVO DE CITRICULTURA. Piracicaba: ESALQ, 1991, p. 69-80.

SAMUELS, G.; LANDRAU, P.; ALERS, S. A. Influence of phosphate fertilizers on pineapple yields. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*, v. 4, p. 218-223, 1956.

SANTOS, M. A.; RUANO, O. Reações de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne incognita*; raça 3 e *M. javanica*. *Nematologia Brasileira*, v. único, p.184-197, 1987.

SANTOS, H. L. dos; CARDINALI, L. R.; MENDES, J. F.; CORRÊA, H.; SILVA, T. Ensaio de adubação mineral em abacaxizeiro (*Ananas comosus*) em solo de Cerrado. Minas Gerais, Ministério da Agricultura, IPEACO, 1972, 3p. (Boletim Técnico, 15).

SANTOS, A. C. V dos; AKIBA, F. *Biofertilizante líquido: uso correto na Agricultura alternativa*. Seropédica, Imprensa Universitária, 1996, 35p.

SANTOS, A .C. V. dos; CASTRO, C. M. de; AKIBA, F. *Bacillus subtilis* isolated form biofertilizer "VAIRO" with fungistatic and bacteristatic action against some plant pathogens. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, 9, *Anais...* São Paulo:IOFAN, 1992a.

SANTOS, A . C. V. dos; CASTRO, C. M. de; AKIBA, F. Fungistatic and bactriostatic action of biofertilizer "VAIRO" against some plant patogens. In:

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, 9, *Anais...* São Paulo:IOFAN, 1992b.

SANTOS, A. C. V. dos; SAMPAIO, H. N. Efeito do biofertilizante líquido obtido a partir da fermentação anaeróbia do esterco bovino, no controle de insetos prejudiciais à lavoura de citros e seus inimigos naturais. In: SEMINÁRIO BIENAL DE PESQUISA, 6, *Resumos...* Seropédica: UFRRJ. 1993.

SAVITCI, L. A.; GASPARINO, J. F.; LEITE, R. S. S. F.; BLISKA, F. M. M. Packing house e mercado para abacaxi. *Boletim do centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, v. 14, p. 181-204, 1996.

SCARANARI, H. J.; INFORZATO, R. Sistema radicular das principais leguminosas empregadas como adubo verde em cafezal. *Bragantia*, v.12, p. 291-297, 1952.

SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O. Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24, p. 917-926, 2000.

SCHULTEN, H. R.; LEINWEBER, P.; RUETER, G. Initial formation of soil organic matter from grass residues in a long-term experiment. *Biology Fertility Soils*, v.14, p.237-245, 1992.

SEARA, C. *Cultura do Abacaxizeiro*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1943.

SIDERAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 8, p.291-296, 1984.

SHARMA, R. D.; PEREIRA, J.; RESCK, D.V. S. *Eficiência de adubos verdes no controle de nematóides associados à soja nos cerrados*. Plantaltina, EMBRAPA/CPAC, 1982, 30p (Boletim de Pesquisa, 13).

SILVA, J. A. A. da. *Consortiação de adubos verdes na cultura do citros em formação*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1995, 116p. (Dissertação de Mestrado).

SINGH, K. P.; SHEKHAR, C. Weight loss in relation to environmental factors during the decomposition of amize and wheat roots in a seasonally-dry tropical region. *Soil Biology & Biochemistry*, v.21, p.73-80, 1989.

SMITH, L. G. Indices of physiological maturity and eating quality em Smooth Cayenne pineapple. 1.Indices of eating quality. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences*, v. 45, p.219-228, 1998 a.

SMITH, L. G. Indices of physiological maturity and eating quality em Smooth Cayenne pineapple. 2. Indices of physiological maturity. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences*,v. 45, p.213-218, 1998b.

SMITH, S. J.; SHARPLEY, A. N. Soil nitrogen mineralization in the presence of surface and incorporated crop residues. *Agronomy Journal*, v 82, p. 112-116, 1990.

- SISWORO, W. H.; MITROSUHARDJO, M. M.; RASJID, H.; MYERS, R. J. K. The Relative roles of N fixation, fertilizer, crop residues and soil in supplying N in multiple cropping systems in a humid, tropical upland cropping system. *Plant and Soil*, v. 121, p.73-82, 1990.
- SOUZA, L. F. da S.; DUETE, R. R. C.; RODRIGUES, E. M.; CUNHA, G.A .P. da. Tolerância do abacaxi Smoot Cayenne à acidez do solo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.8, p.13-19, 1986.
- SOUZA, M. E. P. Ensaio de adubação NPK em abacaxi no Tabuleiro do Nordeste 1965/1966. *Pesquisa Agropecuária do Nordeste*, v.2, p.13-18, 1970.
- STOTT, D. E.; ELLIOTT, L. F.; PAPENDICK, R. I.; CAMPEBELL, G. S. Low temperature and low water potential effects on microbial decomposition of wheat residue. *Soil Biology & Biochemistry*, v.18, p. 577-582, 1986.
- STUTE, J. K.; POSNER, J. L. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the Upper Midwest. *Agronomy Journal*, v. 87, p. 1063-1069, 1995.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. *Decomposition in terrestrial Ecosystems*. Oxford: Blackwell. 1979, 213p.
- TAY, T. H. Effect of N and K on the growth, mean fruit weight and fruit quality of pineapple. *Madri Res. Bull.*, v.3, p.1-14, 1975.
- TEIWES, G.; GRUNEBERG, F. *Conocimientos y experiencias en la fertilization de la piña*. 2ed. Hannover: Verlags, 1963, 67p. (Boletim Verde, 3).
- TIAN, G.; KANG, B. T.; BRUSSAARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical composition under humid tropical conditions-decomposition and nutrient release. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 24, p. 1051-1060, 1992.
- UNGER, P. W. Straw-mulch rate effect on soil water storage and sorghum yield. *Soil Science Society of America Journal*, v. 42, p.486-494, 1978.
- URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; OLIVEIRA, O. C.; LIMA, E; GUIMARÃES, D. H. V. A importância de não queimar a palha na cultura da cana-de-açúcar. Seropédica: EMBRAPA-CNPBS. 1991. 12p. (EMBRAPA-CNPBS) (Comunicado Técnico, 5).
- VANDERMEER, J.; NOORDWIJK, M. V.; ANDERSON, J.; ONG, C.; PERFECTO, I. Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agriculture Ecosystems and Environment*, v. 67, p. 1-22, 1998.
- VARGAS, A. M. *El Biol: Fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola*. Programa Especial de energías. Cochabamba: UMSS-GTZ.1990, 79p.
- VASCONCELOS, C. A.; CAMPOLINA, D. C. A.; SANTOS, F.G.; PITTA, G. V. E.; MARRIEL, I. E. Resposta da soja e da biomassa de carbono do solo aos resíduos de cinco genótipos de sorgo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 23, p. 69-77, 1999.

VITTI, G.; SILVA, M. M. Adubação verde e orgânica na citricultura. *Laranja e Cia.* v. 44, p.6-8, 1996.

WESTCOTT, M. P.; MIKKELSEN, D. S. Comparison of organic and inorganic nitrogen sources for rice. *Agronomy Journal*, v. 79, p. 937-943, 1987.

WOLTERS, V. Invertebrate control of soil organic matter stability. *Biology Fertility Soils*, v.31, p. 1-19, 2000.

XIE, R.; MACKENZIE, F. Urea and manure effect on soil nitrogen and corn dry matter yield. *Soil Science Society American Journal*, v. 50, p.1504-1509, 1986.

ZEHLER, R.; KREIPE, H.; GETTING, P. A. *Sulfato de potássio e cloreto de potássio: sua influência na produção e na qualidade das plantas cultivadas*. Campinas:Fundação Cargill, 1986, 111p.

ZOSANGLIANA, I; NARASIMHAM, P. Internal atmosphere of some fruits and vegetables. *Journal Food Science Technology*, v.30, p. 46-47, 1993.

CAPÍTULO II

EFEITOS DO MANEJO DOS RESTOS CULTURAIS DO ABACAXIZEIRO SOBRE A QUALIDADE DO SOLO.

RESUMO

Este trabalho foi realizado em condição de campo, com o objetivo de avaliar o efeito dos restos culturais de abacaxizeiro sobre a qualidade do solo, expressa pela mesofauna de artrópodes, dinâmica do carbono nas frações da matéria orgânica, e fertilidade do solo. As mudas, do tipo filhote, foram plantadas no mês de junho, em um latossolo vermelho amarelo distrófico, que recebeu 30 e 60t/ha de restos de abacaxizeiro, aplicados superficialmente e incorporados a 10cm de profundidade, com e sem a adição do biofertilizante-Agrobio10% (v/v). A partir do terceiro mês do plantio, as parcelas com Agrobio receberam aplicações mensais na concentração de 3%(v/v). As plantas foram adubadas, antes do plantio, com superfosfato simples utilizando a recomendação de 1,0g de P_2O_5 por planta, e após o terceiro mês do plantio, com de sulfato de amônio e sulfato de potássio nas recomendações de 4,0g de N e 1,2g de K_2O por planta. Inicialmente, houve redução nos teores de carbono com posterior recuperação aos 450 dias. A distribuição do carbono nas diversas frações da matéria oscilou entre as épocas de amostragem, e aos 450 dias da adição dos restos da cultura verificou-se menores teores nas frações ácido húmico e humina e altos teores na fração ácido fúlvico. Identificou-se, durante 15 meses uma densidade média de 13.415 indivíduos/m², com predomínio de Acari e Collembola. A maior densidade de indivíduos foi observada na primeira amostragem, aos 90 dias após a adição dos restos. Os níveis P, Ca, K, e Mg no solo aumentaram, e os valores de pH foram mais elevados em consequência da aplicação dos restos da cultura.

Palavras chave: abacaxizeiro, mesofauna, matéria orgânica, nutrientes no solo.

ABSTRACT

This study was conducted under field conditions, in order to evaluate the effect of the use of crop residues of pineapple plant in the soil quality, exposure for edaphic arthropods mesofauna, fraction organic matter dynamic, and soil fertility. The slips was planted in June, in the distrofic red yellow latosol, with residues of pineapple plant in the rates of 30 and 60 t/ha, placed on the surface and buried at 10cm below the surface, with and without biofertilizer-Agrobio 10% (v/v), in the moment of addition residues and sprays monthly on the 3% (v/v) after second month from the planting. The plants was fertilized, before planting, with simple superphosphate using the recommendation by 1,0g of P_2O_5 for plant, and after second month with com ammonium sulfate and potassium sulfate on the recommendation of 4,0g of N e 1,2g of K_2O per plant. Initially, there were reduction on the contents of carbon, with recovery later at 450 days. The distribution of carbon in the differents organic matter fractions oscillated between the sample seasons, and at 450 days after addition the residues were found small rates in the humic acid e humin fractions, and higher values in the fulvic acid fraction. Registred during 15 months, an density of 13.415 animals/m², with predominancy of Acari and Collembola. The highest density of animals were observed in the frist sample, at 90 days after addition the residues. The level of P, Ca, K, and Mg in the soil increased, and the pH values were increased by with residues additon.

Key Words : pineapple plant residues, edafic mesofauna artropds, soil fertility.

2.1 INTRODUÇÃO

A composição química dos restos vegetais e animais que se depositam sobre o solo é variável. Cada classe de composto existente nos resíduos orgânicos origina estruturas específicas do húmus, através do processo de mineralização e humificação (Fassbender, 1975).

A influência da vegetação na formação e evolução do húmus varia, entre outros fatores, de acordo com a quantidade de material a ser decomposto, com a intensidade dos processos biológicos, com o suprimento de nutrientes, e com as condições de aeração do solo propiciada pela extensão das raízes (Stevenson, 1994). Os resíduos vegetais constituídos pelas substâncias lenhosas de alto peso molecular favorecem a concentração de ácidos húmicos (Oades, 1988).

Embora diferentes espécies de plantas apresentem os mesmos grupos de substâncias químicas em sua composição, Mukhopadhyay et al., (1982) consideram que a proporção entre elas é variável, podendo afetar a formação e a distribuição do húmus no solo.

Os principais constituintes de resíduos de gramíneas e leguminosas depositados na superfície do solo foram avaliados por Lassus (1990), que verificou maiores teores de lignina nos solos sob leguminosas e similares teores de celulose. Este pesquisador observou também, maiores teores de lignina e carboidratos nos materiais de solo sob leguminosa, e de celulose e hemicelulose naqueles sob gramínea.

Variações nos teores de matéria orgânica e de substâncias húmicas dos solos sob diferentes coberturas vegetais foram observadas por Corella et al., (1990) e McConne et al., (1990), confirmando que a cobertura vegetal altera a natureza e o comportamento das substâncias húmicas. Maiores teores de ácidos fúlvicos foram encontrados em solos sob pastagem, comparativamente aos de floresta (Gupta et al., 1982 e Mendonça, 1988).

Avaliando a forma e a distribuição das frações húmicas de solos sob diferentes grupos e espécies florestais, Mukhopadhyay et al., (1982) verificaram que aquelas coberturas que proporcionaram maiores teores de carbono orgânico ao solo, menores valores de pH, e maiores valores de capacidade de troca total, apresentaram maior proporção de ácidos fúlvicos. Portanto, podem ocorrer variações nas substâncias húmicas de solos sob diferentes coberturas.

Quanto aos restos culturais do abacaxizeiro, Carvalho et al., (1981) esclarece que tanto os restos industriais do abacaxi, quanto a sua parte vegetativa se prestam à produção de álcool etílico devido a riqueza em açúcares dos restos de polpa, e em amido da parte vegetativa. Analisando a parte vegetativa do abacaxizeiro, estes pesquisadores obtiveram, para os cultivares Smooth Cayenne e Pérola, respectivamente, teores de matéria seca de 23,19 e 21,87%, teores de celulose de 2,78 e 2,93%, teores de hemicelulose de 3,40 e 3,13%, teores de amido de 11,23, e 7,99% e teor de açúcares totais de 4,61 e 5,19%. Na fase de fruto maduro, a variedade Smooth Cayenne apresenta, no caule, uma média de 19,16 de matéria seca, 7,66% de amido, 1,32% de açúcares totais; e nas folhas, 17,82% de matéria seca, 2,06% de amido e 1,03 % de açúcares totais.

No período de escassez de forragem, os restos culturais do abacaxizeiro são usados na alimentação animal (Cunha, 1987). Para se certificar da viabilidade do uso destes restos na alimentação animal, Oliveira e Couto (1991) avaliando a composição e

a digestibilidade de restos culturais de abacaxizeiro "Smooth Cayenne", encontraram teores de cálcio de 0,43% e fósforo de 0,10%. A composição química do abacaxizeiro Smooth Cayenne, ao longo do ciclo, foi determinada por Paula, citada por ⁷Paula et al., (1985), que obteve os seguintes percentuais na matéria seca: 1,90 de N; 0,14 de P; 2,6 de K; 0,99 de Ca e 0,31 de Mg.

Os resíduos de plantas têm composição variada, tendo como principais constituintes a celulose, a hemicelulose e a lignina. Diversos outros polissacarídeos também ocorrem, tais como o amido, as substâncias pécicas, as gomas e as quitinas.

O amido e polissacarídeos similares a ele apresentam estrutura química de mais fácil ataque, sendo inicialmente utilizados pelos microrganismos para as suas reações metabólicas. Posteriormente, substratos mais complexos passam a ser atacados. Além disso, os restos do abacaxizeiro contêm nutrientes que facilitam as condições iniciais de decomposição pelos microorganismos (Oliveira, 1990).

No caso dos restos culturais do abacaxizeiro aplicados superficialmente, enterrados a 15cm e a 30cm, a decomposição foi, segundo Maffia (1977) semelhante, obedecendo a seguinte dinâmica: dois meses após a aplicação, os pedaços estavam praticamente intactos; quatro meses depois, já havia decomposição do material, com recuperação de aproximada de 40% do material aplicado; de seis a oito meses o material já estava muito decomposto, e aos dez meses, foi possível recuperar apenas 20 % do que foi adicionado.

Avaliando a decomposição de raízes de milho e trigo acondicionadas em bolsas de nylon com poros de 3µm, enterradas a 5 e a 12,5cm de profundidade, Singh e Shekhar (1989) constataram que a perda de peso das raízes de milho após 215 dias, a 5cm de profundidade, foi de 72%, e para o trigo, após 275 dias, foi de 72%. Passados quatro meses de avaliação, a taxa de decomposição relativa para as raízes de milho foi maior a 12,5cm de profundidade excedendo a 5 cm de profundidade. A temperatura e a umidade do solo se correlacionaram positivamente com a taxa de decomposição das raízes de milho, e negativamente com a taxa de decomposição das raízes de trigo.

A diversidade de constituintes que integram os vegetais faz com que o processo de decomposição seja mediada por diversos organismos em intensidade variável. Rivera e Bastado (1982), avaliando a decomposição de algumas gramíneas, constataram que os componentes lignocelulósicos (celulose, hemicelulose e lignina) são mais lentamente degradados do que os açúcares e as pectinas.

Quando se adiciona resto vegetal no solo, o ataque inicial aos materiais é realizado pelos indivíduos que compõem a mesofauna (Pinheiro, 1996). A fauna do solo influencia positivamente a taxa de decomposição e mobilização de nutrientes no material orgânico (Verhoef e Brussard, 1990).

Setälä et al., (1996) consideram que o efeito direto e indireto da fauna sobre a decomposição e dinâmica dos nutrientes se equivale. Contudo Hunt et al., (1987) enfatizam a grande contribuição do efeito direto da fauna sobre a mineralização.

Acredita-se que os microartrópodes regulam a decomposição e a ciclagem de nutrientes através da fragmentação da serapilheira, disseminação de microorganismos para sítios ricos em nutrientes, e pastejo microbial (Moore et al., 1987; Hendrix et al., 1986; Blair et al., 1989).

⁷ PAULA, M. B. de; CARVALHO, de J.G.; NOGUEIRA, F. D.; SILVA, C. R. de R. Exigências nutricionais do abacaxizeiro. *Informe Agropecuário*, v.11, p.27-31, 1985.

Os ácaros e colêmbolas se alimentam de hifas e esporos ativos (Moore et al., 1987), e senescentes aumentando o crescimento dos fungos e o seu metabolismo, através da "poda" das hifas e da liberação de nutrientes imobilizados nas hifas senescentes (Hanlon e Anderson, 1981).

Avaliando efeito da capina das invasoras sobre a macrofauna do solo, Robertson et al., (1994) observaram que, nas áreas onde as plantas foram cortadas e deixadas em cobertura sobre os solo, houve maior densidade de macrofauna, com predomínio de detritívoros e predadores, do que quando as plantas foram levemente e profundamente incorporadas ao solo. Este efeito foi atribuído por Paul e Robertson, (1989) à manutenção da umidade, e à redução da temperatura criando condições similares àquelas que ocorrem no ecossistema natural.

Desta forma, a dinâmica da comunidade dos invertebrados do solo também pode ser um parâmetro biológico importante na avaliação do impacto e das práticas de manejo agrícola. Segundo Didden et al., (1994), medidas de diversidade e/ou atividade da fauna do solo podem ser um indicador útil da qualidade do solo. Sabe-se que práticas de manejo que favorecem a biodiversidade em geral, como policultivos, rotação de culturas, cultivo mínimo, podem resultar em grandes benefícios para o solo e para as culturas por, dentre outros fatores, aumentar a diversidade de microhabitats para os processos microbianos (Hendrix et al., 1992). Entretanto, pouco se sabe sobre a dinâmica da comunidade do solo nos sistemas de exploração agrícola nos trópicos.

Paralelamente a ação da fauna, ocorre a biodegradação. As bactérias, em especial, além de leveduras e fungos não filamentosos, colonizam os tecidos vegetais consumindo os compostos de fácil assimilação (mono e dissacarídeos, proteína, amido) com uma rapidez que vai depender da relação C/N do material adicionado (Sastriques, 1982).

Os produtos do metabolismo destas bactérias, são atacados pelos diversos microorganismos e, ocorrendo a decomposição dos compostos mais resistentes pelas bactérias celulíticas e actinomicetos, que atacam compostos mais estáveis nutrindo-se de compostos húmicos (Sastriques, 1982).

Segundo Santos, (1984), a humificação pode ser entendida como o processo de formação de novas moléculas a partir dos produtos da decomposição dos restos vegetais e animais, tais como compostos fenólicos solúveis, e compostos lignificados parcialmente transformados, usando para isso, diferentes vias como: a de herança (física-química), a de insolubilização (química), e via de neossíntese microbiana (biológica).

No processo de humificação dos latossolos, os resíduos vegetais depositados na superfície do solo sofrem rápida mineralização originando produtos pré-húmicos que migram facilmente em profundidade. Uma parte de tais produtos origina os ácidos fúlvicos livres (AFL) que são substâncias húmicas que evoluem por maturação. A outra parte sofre processos de polimerização e condensação e irá integrar os ácidos húmicos (AH) e a humina (H) (Oliveira, 1990; Volfoff e Cerri, 1981). As diversas frações das substâncias húmicas extraídas com base nas características de solubilidade fazem parte de uma mistura heterogênea de moléculas polimerizadas, com massa molecular variável (Stevenson, 1994).

A adição de material vegetal acelera a mineralização da matéria orgânica pré-existente no solo (Cerri, 1986; Santos, 1984). Entretanto, Sorensen (1963), cem dias após incorporação de palha de cevada marcada com ^{14}C , observou que 49,4% e 54,7% do ^{14}C incorporado encontravam-se na fração não extraível ou humina da matéria orgânica do solo.

Trabalhando em um latossolo vermelho amarelo, Oliveira (1990) constatou que a adição de palha de milho proporcionava uma distribuição das frações húmicas próxima à testemunha, diferindo estatisticamente somente na fração AFL, que apresentou uma menor porcentagem de carbono. Oliveira (1990) considera, ainda, que apesar da adição de palha de milho ter degradado uma parte da humina do solo, as contribuições deste substrato em humina devem ter sido proporcionais, de forma que o balanço dos compartimentos húmicos não fossem praticamente alterados.

Os resíduos mantidos no solo funcionam como um reservatório de nutrientes, que são liberados pela ação dos microrganismos em função das condições ambientais (Sidiras et al., 1982). Todavia, a velocidade de liberação dos nutrientes depende da relação C/N. Uma taxa de decomposição lenta pode acarretar, nos primeiros momentos do cultivo, imobilização de nitrogênio. Segundo Siqueira e Franco (1988), com uma relação C/N superior a 30 já é possível ocorrer imobilização de nitrogênio.

Assim, a dinâmica da matéria orgânica influencia os principais processos químicos, físicos e biológicos, no solo e determina o seu comportamento, em relação à fertilidade do solo e à nutrição das plantas.

Baseado no exposto, e visando a diagnosticar o efeito da adição dos restos sobre a qualidade do solo, avaliou-se a evolução do aporte de restos vegetais no solo, a fauna edáfica de artropodos, a dinâmica das frações húmicas da matéria orgânica, e as características químicas do solo fundamentadas basicamente, no pH e nos teores de C orgânico, P, K, Ca e Mg.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Área do experimento

O experimento foi instalado em condição de campo no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté, localizada em Taubaté, região do Médio Vale do Paraíba/ SP, a 577,8 m de altitude, 23° 02' de latitude ao sul e 45° 31' de longitude oeste. O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cwa-mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos amenos. A temperatura média anual é de 21°C, e a precipitação média de 1386,2 mm anuais. Os dados climáticos da área experimental estão no Quadro 1. O solo é um latossolo vermelho amarelo fase terraço, com 61% de areia total, 10% de silte e 29 % de argila, apresenta a composição química descrita no Quadro 2, e foi cultivado anteriormente com olerícolas e plantas medicinais, que deram lugar ao cultivo de milho.

2.2.2. Delineamento estatístico e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, no esquema fatorial, sendo três quantidades de restos culturais frescos de abacaxizeiro: 0, 30, 60 t/ha, duas formas de aplicação dos restos: superficial, e incorporado a 10 cm de profundidade, e duas formas de aplicação do Agrobio (produto da decomposição de substratos orgânicos por microorganismos em condição de aerobiose, enriquecido com macro e micronutrientes, produzido pela PESAGRO – RJ): com e sem aplicação de Agrobio, totalizando 48 parcelas com 40 plantas, cada. Nas parcelas sem Agrobio, aplicou-se água em igual volume de Agrobio usado. Utilizou-se uma aplicação de 5 litros/parcela de Agrobio na diluição de 10% (v/v) sobre os restos culturais, e durante o ciclo da cultura fizeram-se aplicações mensais de 5 litros de Agrobio na diluição de 3% (v/v), com regador, a partir do terceiro mês após o plantio.

2.2.3. Os restos culturais

Os restos culturais do abacaxizeiro Smooth Cayenne originados do município de Tibiriçá, região de Bauru-SP foram submetidos a uma análise química, obtendo-se a seguinte composição (média de 4 repetições): 456,7g/kg de C; 6,5g/kg de N; 4,8g/kg de K; 1,1g/kg de P; 3,6g/kg de Ca; 1,7g/kg de Mg; 26,1 mg/kg de B; 5,3 mg/kg Cu; 979,8 mg/kg de Fe; 107,5mg/kg de Mn; 17,7mg/kg de Zn. O material apresentou relação C/N média igual 70,26, e um teor de matéria seca de 23,6%.

2.2.4. Instalação do experimento, plantio e manejo da cultura

Demarcaram-se as parcelas com 3,0 x 3,2 m, adicionando-se nelas os restos culturais frescos, previamente picados grosseiramente em picadeira de capim. Após a pulverização com Agrobio na concentração de 10% (v/v), os restos foram incorporados ao solo e mantidos como cobertura na superfície do solo. Passados quinze dias da adição dos restos culturais aplicou-se 1,0g de P₂O₅ por planta no sulco de plantio, na

forma de superfosfato simples. Em 26 de junho de 1999, efetuou-se o plantio com mudas do cultivar Smooth Cayenne do tipo filhote, pesando de 350 a 550g.

Quadro 1. Parâmetros climáticos ocorrido durante o período de amostragem experimental.

Meses	Precipitação (mm)	Fatores climáticos			
		Umidade Relativa %	Temperatura (°C)		
			MED	MAX	MIN
Ano de 1999					
JUN	68,6	86,1	16,4	29,2	6,0
JUL	11,0	78,3	17,2	29,4	7,8
AGO	4,8	70,2	16,8	32,2	5,8
SET	65,0	69	19,1	36,0	6,0
OUT	26,5	73,4	19,8	35,4	12,6
NOV	71,4	71,0	20,3	34,4	9,0
DEZ	150	72,7	23,1	34,4	14,4
Ano de 2000					
JAN	342,0	78,1	23,6	34,8	14,8
FEV	169,1	79,7	23,4	34,0	16,4
MAR	260,1	80,4	22,6	34,6	14,2
ABR	8,3	77,2	20,7	32,0	10,0
MAIO	9,4	75,9	17,9	32,4	4,2
JUN	0,4	74,1	16,8	30,6	1,6
JUL	60,5	75,7	15,1	29,8	1,0
AGO	92,4	74,7	17,2	33,6	4,6
SET	90,4	72,2	19,3	32,2	11,6
OUT	56,0	73,0	22,9	36,4	14,0
NOV	227,8	77,5	22,3	32,6	14,0
DEZ	235,9	79,2	23,1	34,4	16,1

Fonte: Estação/83784-UNITAU/ Inmet
MED= média, MAX = máxima absoluta, MIN= mínima absoluta

Quadro 2. Características químicas do latossolo vermelho amarelo da área experimental .

Profundidade cm	Ca	Mg	H+Al	Al	pH H ₂ O	C g/kg	Pmg/kg.....	K
		mmol/kg						
0-5	20	15	38	00	6,0	6	6	>156
5-10	23	13	38	00	6,2	6	5	127
10-15	23	13	39	00	6,0	5	4	96
15-20	20	15	38	00	6,1	4	3	98
20-25	18	17	44	00	6,0	4	5	96
25-30	10	10	58	06	5,4	4	2	78

As mudas originárias Tibiriçá, região de Bauru/SP foram previamente curadas e tratadas com Paration metílico (Folidol E 60) 0,1% por 15 minutos, visando ao controle

de cochonilhas. No ato do plantio retiraram-se as folhas basais das mudas, e enterrou-se um terço do seu comprimento, evitando-se deixar cair terra na roseta foliar das mudas. O espaçamento utilizado foi de 80cm x 0,30 cm, no sistema de fileiras simples.

Passados três meses do plantio, iniciou a adubação em cobertura com nitrogênio e potássio. As parcelas receberam uma adubação básica indicada para uso de adubação orgânica na cultura com 4,0g/pl de N; 1,2g/pl de K_2O , sendo parcelada da seguinte forma: 1/5 no 3º, 1/5 no 5º, 2/5 no 7º, e 1/5 no 9º mês após o plantio. Na adubação nitrogenada usaram-se duas aplicações de uréia, e as demais de sulfato de amônio, e como fonte de potássio usou-se sulfato de potássio. O adubo foi colocado na axila das folhas. Procederam-se a mais quatro aplicações de sulfato de potássio, duas na dose de 0,48g/pl e duas na dose de 0,24 de sulfato de potássio g/planta, respectivamente, no 13º, 14º, e 16º meses após o plantio, totalizando 1,88g/pl de K_2O .

A indução floral foi efetuada em 17 de junho de 2000 usando-se 2g de carbureto de cálcio na roseta foliar, seguido da aplicação de Agrobio. Nos meses com precipitação inferior a 15mm irrigou-se usando aplicações de 5mm três vezes por semana.

A cultura recebeu capinas periódicas com enxada, sempre que necessário, mantendo-se a vegetação espontânea capinada, dentro da parcela.

A colheita dos frutos se deu em 09 de janeiro de 2001.

2.2.5. Amostragens

As amostras foram tomadas nas diferentes estações do ano, da seguinte forma: a) primeira coleta: setembro de 1999; b) segunda coleta: janeiro de 2000; c) terceira coleta: maio de 2000; e d) quarta coleta: setembro de 2000.

Para escolha do ponto de amostragem dentro das três entrelinhas do plantio, utilizou-se a tabela de números aleatórios, considerando-se o primeiro número da tabela. Para ocorrência de números entre 0-2: amostragem na entrelinha lateral esquerda, entre 3-5: na entrelinha lateral direita, e entre 6-9: na entrelinha central. Após este procedimento, sorteava-se o local de amostragem dentro da entrelinha, utilizando-se o segundo número da tabela. Para ocorrência de números entre 0-2: amostragem na extremidade esquerda, entre 3 a 5: amostragem na extremidade direita, e entre 6 a 9 : amostragem no centro da parcela.

A superfície amostrada para avaliação da mesofauna, do restos vegetais remanescentes, e da frações da matéria orgânica foi delimitada através de um quadrado metálico de 25cm de lado. Cada amostra foi composta do material vegetal, e dos primeiros 5cm do solo. Para análise da fertilidade do solo as amostras foram coletadas de 0-10 e de 10-20cm.

2.2.6. Parâmetros Avaliados

2.2.6.1. Avaliação da mesofauna edáfica.

Tratamento das amostras em laboratório

As amostras com a fauna edáfica foram acondicionadas em uma bateria de extratores do tipo Berlese-Tüllgren, por um período de 15 dias, sendo que os artrópodes foram recolhidos em frasco contendo uma solução de álcool etílico a 70%.

Os extratores do tipo Berlese-Tüllgren são compostos por um funil onde são acondicionadas as amostras, lâmpadas de 40w, que atua como fonte de calor, induzindo

os animais a migrarem para baixo, e finalmente o frasco contendo álcool etílico 70% que recebe os animais.

Após a extração, as amostras foram submetidas à triagem dos indivíduos, com o auxílio de um microscópio estereoscópio de magnificação entre 16 e 40 vezes, separando a fauna em grupos do Filo Artrópoda, visando a registrar as respectivas densidades. A identificação taxonômica foi feita mediante a utilização de chaves taxonômicas apropriadas disponíveis no livro planilha usada no laboratório de Fauna da EMBRAPA/biologia.

Tratamento dos dados obtidos

Para cada tratamento e época de amostragem, foram calculados as média aritmética para cada grupo taxonômico. A partir destes parâmetros calculou-se a densidade de indivíduos (número de indivíduos por metro quadrado). Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey 5%.

2.2.6.2. Extração e fracionamento da matéria orgânica

O solo remanescente nos funis para determinação da fauna edáfica, foi utilizado para extração e fracionamento da matéria orgânica.

A extração e o fracionamento da matéria orgânica tiveram com base a técnica preconizada por BONDY, e simplificações propostas por Kanonova e Belchikova, citados por ⁸Santos e Oliveira (1986), método utilizado na rotina do laboratório de Matéria Orgânica e Biologia do Solo, do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Procedimento de extração

Extração da fração de ácidos fúlvicos livres

Adicionaram-se, em um tubo de centrífuga de 50ml, 5g de solo, e 25ml de H_3PO_4 2M. Agitou-se por 30 minutos em agitador horizontal (vai e vem) e centrifugou-se a 3000 rpm, por 10 minutos. A seguir, filtrou-se o sobrenadante, guardando-o (leitura da fração ácido fúlvico livre) em balão volumétrico. Repetiu-se esta operação mais duas vezes, juntando o sobrenadante desta fração com aqueles da anterior. Posteriormente, lavou-se o precipitado 3 vezes com 25ml de água destilada, e centrifugou-se novamente a 3000 rpm, por 10 minutos. Filtrou-se o sobrenadante, descartando o filtrado.

Extração da fração ácido fúlvico + ácido húmico (AF+ AH)

Após as três lavagens anteriores com água destilada, adicionou-se junto ao precipitado retido no fundo do tubo da centrífuga, 25ml de solução de pirofosfato de sódio + hidróxido de sódio. Agitou-se por cinco minutos em agitador horizontal e

⁸ SANTOS, G. de A.; OLIVEIRA, A.M. G. Métodos de extração e dosagem das frações húmicas. UFRRJ. INSTITUTO DE AGRONOMIA. Departamento de Solos, 1986. 18p. (Tradução- Apostila).

depois, deixou-se a mistura em contato por uma noite (das 5 horas da tarde à 7:30 da manhã). Após este repouso, centrifugou-se a 3000 rpm por 10 minutos. Filtrou-se o sobrenadante, recolhendo-o em frasco (AF+AH). Repetiu-se a operação mais duas vezes, porém agitando a mistura por 30 minutos em agitador horizontal e centrifugando logo em seguida. Recolheu-se o sobrenadante, juntando-o com o obtido nas operações anteriores. A seguir, lavou-se o precipitado três vezes com água destilada, centrifugando a 3000 rpm por 10 minutos. Descartou-se o filtrado e recolheu-se o precipitado no fundo do tubo da centrífuga para determinação do carbono na fração Humina.

Separação dos ácidos húmicos (AH)

Pipetaram-se, em tubo de centrífuga de 50ml, 25ml da solução de ácidos fúlvicos + ácidos húmicos. Adicionou-se H_2SO_4 concentrado até atingir o pH 1,0. A seguir, deixou-se decantar em geladeira por uma noite, e centrifugou-se a 4500 rpm por 10 minutos. Descartou-se o sobrenadante. Lavou-se o precipitado com 10ml de H_2SO_4 , 0,05M, e centrifugou-se novamente, descartando o sobrenadante. Redissolveu-se o precipitado em 50ml de NaOH (fração ácido húmico- AH).

Procedimento para dosagem do teor de carbono nas frações húmicas.

Carbono orgânico na fração ácido fúlvicos livres (AFL).

Pipetaram-se 50ml do extrato de AFL em erlenmeyer de 250ml. Adicionou-se no mesmo frasco, 10ml da solução de dicromato de potássio 0,0833 M, e 2,5ml de H_2SO_4 concentrado. Aqueceu-se por 10 minutos à temperatura de 150°C, utilizando dedo frio (tubo de ensaio contendo água fria sobre o erlenmeyer). Deixou-se esfriar, e a seguir adicionou-se água destilada até o volume de cerca de 150ml, 2,5ml de H_3PO_4 concentrado e oito gotas de difenilamina 1%. Titulou-se com sulfato ferroso amoniacal a 0,2M, recém padronizado, até a viragem do azul para verde. Realizou-se três provas em branco.

Carbono orgânico na fração ácido húmico (AH)

Pipetaram-se 25ml do extrato de AH e seguiu-se o procedimento descrito no item (AFL).

Carbono orgânico na fração ácido húmico (AH) mais ácido fúlvico (AF)

Pipetaram-se 25ml do extrato de AH + AF e seguiu-se o procedimento descrito no item (AFL)

Carbono orgânico na fração humina (H) .

Homogenizou-se, e depois pesaram-se 2g do precipitado retido no tubo da centrífuga, após extração alcalina, em erlenmeyer de 250ml. A seguir, adicionaram-se 20ml da solução de dicromato de potássio 0,0833M, e 5 ml de H_2SO_4 concentrado. Aqueceu-se por 10 minutos a temperatura de 150 °C. Após esfriar, adicionou-se água destilada até o volume de 150ml, 5ml de H_2SO_4 , e 8 gotas de difenilamina 1%. Titulou-se com sulfato ferroso amoniacal 0,2M, recém padronizado até viragem do azul para o verde. Procedeu-se igualmente com a prova em branco. Paralelamente determinou-se o

conteúdo de umidade da amostra. Para isso, retirou-se uma sub-amostra do tubo da centrífuga, determinou-se o seu peso úmido, colocou-se para secar em estufa a 110°C por 24 horas, e determinou o peso seco da amostra.

Carbono orgânico na fração ácido fúlvico (AF)

Foi determinado pela diferença entre o teor de carbono orgânico da fração ácido fúlvico + ácido húmico.

Para o cálculo do percentual de carbono utilizou-se a seguinte equação: $\%C = \%C (AF+AH) - \%C (AH)$

Para o cálculo do percentual de carbono nas frações AFL, AF+AH e AH utilizou-se a seguinte equação: $\% C = (N_1 V_1) - (N_2 V_2) 0,003. 133. E_1 / (E_2 P)$ e para determinação do teor de carbono na fração H: $\% C = (N_1 V_1) - (N_2 V_2) 0,003. 133.(A.f)$

$f = 1 - \{(Pu-Ps) / (Pu-Pf)\}$;

A = peso da amostra em gramas;

Pu = peso da amostra úmida + peso do frasco;

Ps = peso da amostra seca + peso do frasco;

Pf = peso do frasco;

N_1 = número de moles (+) da solução de dicromato de potássio;

N_2 = número de moles (-) da solução de sulfato ferroso amoniacal;

V_1 = volume de dicromato de potássio adicionado em ml;

V_2 = volume de sulfato ferroso amoniacal usado gasto na titulação da amostra em ml;

0,003 = fator que converte 10^{-3} moles (+) de carbono em grama de carbono;

133 = fator que transforma o resultado em percentagem de carbono por 100g de solo;

E_1 = volume total dos extratos obtidos nas extrações consecutivas;

E_2 = volume da alíquota tomada para análise;

P = peso da amostra.

Os procedimentos estatísticos constaram da análise de variância pelo teste de F, e nas causas de variação onde houve significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey 5%.

2.2.6.3. Análise da fertilidade do solo

Visando a determinar o efeito da adição dos restos da cultura de abacaxizeiro sobre os valores e pH e teores de P, K, Ca, e Mg do solo, conforme EMBRAPA (1997). Cada amostra composta foi constituída de 3 amostras simples.

Os procedimentos estatísticos constaram da análise de variância pelo teste de F, e nas causas de variação onde houve significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey 5%.

2.2.6.4. Quantificação dos restos culturais remanescentes, e da vegetação espontânea.

Os restos vegetais remanescentes coletados no momento da amostragem de fauna, nas diferentes estações do ano, foram separados do solo e secos em estufa à temperatura de 65°C até alcançarem peso constante. As amostras foram pesada para quantificação da massa de matéria seca.

A vegetação espontânea foi coletada no mês de novembro de 2000, período de elevada precipitação, utilizando o quadrado de coleta de amostra de fauna e a tabela de números randômicos, para determinar o local da amostragem dentro de cada parcela. Posteriormente foram secas em estufa, conforme descrito para os restos vegetais.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das premissas referidas na introdução deste capítulo, de que os restos vegetais são a principal fonte de nova matéria orgânica do solo, e para que haja transformação desse material nas diversas frações da matéria orgânica, e liberação dos nutrientes para as plantas é necessária, primeiramente, a ação dos artrópodes do solo, optou-se por discutir em seguida os resultados inerentes à referida ação.

2.3.1. Monitoramento do aporte de restos vegetais no solo.

Os dados relativos à massa de matéria seca/m² dos restos vegetais recolhidos, nas diferentes épocas, podem ser observados no Quadro 3. A massa de matéria seca variou de forma significativa entre os tratamentos, e entre as quatro épocas avaliadas ($p < 0,01$). No desdobramento dos tratamentos, verificou-se o efeito da dose dos restos ($p < 0,01$) aos 90, 210, 330 e 450 dias após a sua adição, e efeito da interação das quantidades de restos e das formas de aplicação dos restos culturais ($p < 0,05$) aos 210 dias, bem como o efeito da interação das quantidades de restos, formas de aplicação e aplicação de Agrobio aos 210 ($p < 0,05$), 330 e 450 dias ($p < 0,01$).

Aos 90 dias após a adição dos restos culturais, os tratamentos que apresentaram maior massa de matéria seca vegetal na camada de 0-5cm do solo foram aqueles com a aplicação superficial de 60 t/ha de restos culturais, com e sem a aplicação de Agrobio, e aos 210 dias o tratamento 60 Cs. Aos 330 dias, apesar do Teste de Tukey não acusar diferença entre as médias, verifica-se uma maior massa nos tratamentos 60SS e 30SS, e aos 450 dias no tratamento 60 Cs.

Aplicando o teste de Tukey a 5% para as épocas de amostragem (DMS= 80,2) obteve-se aos 90 dias a maior massa de matéria seca de restos (335,05g/m²) vegetais, aos 210 dias (202,2g/m²) e aos 330 dias (175,9g/m²) as massas de matéria seca recolhidas do solo foram estatisticamente iguais, enquanto que aos 450 dias (101,08g/m²) obteve-se a menor massa.

Os percentuais de redução na massa da matéria seca adicionada, dos 90 dias para os 450 dias, foram mais elevados para a maior dose de resíduo adicionado, sendo da ordem de 65,4; 67,2; 64,8; 78,5% nos tratamentos que receberam 30 t/ha, e da ordem de 78,8; 73,4; 76,3 e 76,8% nos tratamentos com 60 t/ha de resto culturais frescos (Quadro 3).

Quando da adição de restos com teor médio de matéria seca de 23,6%, adicionou-se em média, respectivamente 708 e 1.416g/m² de matéria seca nos tratamentos com 30 e 60 t/ha de restos culturais. Assim, três meses após a aplicação do tratamento com 30 t/ha de restos, ocorreu uma redução média de 37 a 48% na massa de matéria seca/m², e nos tratamentos com 60t/ha houve reduções mais acentuadas, da ordem de 54 a 70%. Quinze meses após a adição houve a recuperação de 13,4 a 19,9% da matéria seca adicionada nos tratamentos com 30 t/ha, e de 7,4 a 8,3% nos tratamentos com 60 t /ha de restos.

Quadro 3. Massa de matéria seca/ m² dos restos vegetais (gramas) coletados no latossolo vermelho amarelo em diferentes épocas, submetido a quantidades de restos culturais de abacaxizeiro aplicados superficialmente e incorporados, com e sem Agrobio (N= 48, média de 4 repetições).

Tratamento	Épocas			
	90 dias	210 dias	330 dias	450 dias
0Cs	56,5 A b	37,9 A c	116,7 A a	57,7 A bc
0Ci	69,9 AB b	41,0 AB c	143,7 A a	49,9 AB bc
0Ss	62,4 A b	47,4 A b	95,3 A a	34,2 A c
0Si	70,9 A b	46,4 A b	93,6 A a	43,9 A bc
30Cs	386,4Aab	222,2 Bab	175,3 BC a	133,5 C abc
30Ci	370,3 Aab	229,3 B ab	207,1 Ba	121,6 C abc
30Ss	399,2 Aab	319,7 ABab	271,4 B a	140,7 C ab
30Si	447,7 Aab	175,3 B c	230,2 Ba	95,1 B abc
60Cs	653,2 Aa	390,8 Ba	267,1C a	173,7 Da
60Ci	426,6 Aab	251,6 Bab	111,7 Ca	101,2 C abc
60Ss	619,7 Aa	371,7 Bab	274,3 C a	143,8 D ab
60Si	457,7A ab	291,8 Bab	125,6 Ca	117,7 C abc
F	7,06**	3,81*	2,17*	4,45*
CV %	49,2	32,33	50,69	42,13
DMS 5%	403,25	329,79	217,21	105,83

*significativo, ** altamente significativo, ns – não significativo.
 médias seguidas da mesma letra maiúscula (entre épocas) e minúsculas (entre tratamentos) são estatisticamente iguais;
 0,30 e 60 – Quantidades de restos culturais frescos (0, 30 e 60 t/ha);
 C e S- Com e Sem a aplicação de Bio; (s) - restos aplicados superficialmente, e (i) -restos incorporados ao solo .

A incorporação dos resíduos vegetais ao solo, segundo Greb et al., (1974) e Stott et al., (1986), favorece a decomposição, pois em condição de campo os resíduos não são distribuídos uniformemente, e, assim, uma grande parte não fica em contato com o solo, condição necessária para aumentar a taxa de decomposição. Além disso, os resíduos depositados na superfície ficam sujeitos a grandes oscilações de temperatura e umidade (Stott et al., 1986). Ao contrário, Puig-Gimenez e Chase, (1984) consideram que o favorecimento da decomposição de restos aplicados superficialmente, em relação à incorporação, se dá face à diminuição das taxas de difusão do O₂ e CO₂ com a incorporação. Entretanto, da análise do Quadro 3 não se nota uma tendência sistemática de variação na coleta dos restos remanescentes, em função da forma de aplicação dos restos. Isto se deve, possivelmente, ao revolvimento periódico do solo face às capinas e às amontoas.

Baseando-se na abordagem de Matos (1985), de que os restos culturais do abacaxizeiro duram cerca de 10 meses no solo, e de que após esse período restam aproximadamente 20% do total que foi adicionado, observa-se na Figura 1 que, aos 450 dias, a manutenção da vegetação espontânea capinada proporcionou uma massa de matéria seca de restos vegetais superiores aos testemunhas (Quadro 3).

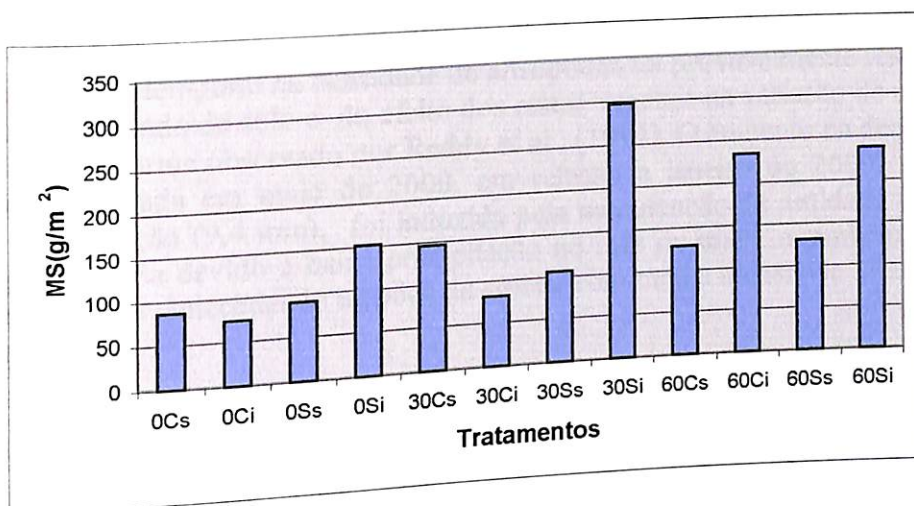


Figura 1. Produção de matéria seca/m² da vegetação espontânea no mês de nov/00, no latossolo vermelho amarelo cultivado com abacaxi variedade Smooth Cayenne, e submetido a quantidades de restos culturais (0, 30 e 60 t/ha) aplicados superficialmente (s) e incorporados (i), com (C) ou sem (S) a adição de Agrobio (média de 4 repetições).

Nos tratamentos testemunhas observa-se, aos 330 dias, um aumento de aproximadamente 100% na massa da matéria seca vegetal, em relação aos 90 dias para os tratamentos que receberam Agrobio (Quadro 3). Este aumento indica que o fornecimento de nutrientes e de fitohormônios provenientes do Agrobio, assim como as condições climáticas reinantes, estimularam o desenvolvimento da vegetação espontânea.

2.3.2. A mesofauna edáfica

A fragmentação do material vegetal adicionado ao solo é função desempenhada pelos artrópodes do solo, favorecendo a ação dos microrganismos na decomposição do material orgânico (Seastedet e Crossley, 1983). Todavia, a biomassa de invertebrados do solo é, freqüentemente, menor no agroecossistema quando comparado ao ecossistema natural (Reddy et al., 1994).

Durante um ano de amostragem fez-se a triagem de um total de 13.415 indivíduos/m², conforme apresentado no Quadro 5, com efeito da época de amostragem ($p < 0,01$) sobre a densidade de indivíduos (Quadro 4). A distribuição destes indivíduos nas diferentes épocas de amostragem pode ser observada na Figura 2, sendo que, independente do tratamento, no mês de set/99, aos 90 dias após a adição dos restos vegetais ao solo, observou-se a maior densidade de indivíduos, a qual apresentou valores decrescentes aos 330 dias (maio/00), aos 450 dias (set/00) e aos 210 dias (jan/00), respectivamente (Quadro 4). Esse resultado, de que a disponibilidade de alimento e a alternativa de habitat promovam uma maior densidade de indivíduos, era de se esperar, visto o ocorrido na amostragem efetuada aos 90 dias (set/99) (Figura 2), conforme abordagem de Correia e Andrade (1999) quanto à importância da serrapilheira na fauna do solo.

Aos 210 dias (jan/00) após a adição dos restos, observou-se acentuada redução na densidade de indivíduos, decorrente da elevada precipitação nos meses de novembro, dezembro, e principalmente no mês de janeiro de 2000 (Quadro 1).

A variação temporal na densidade de artrópodes foi provavelmente resultante da influência da umidade do solo e do efeito dos restos vegetais na variação de umidade e temperatura, conforme observado por Reddy et al., (1994). O aumento na densidade de indivíduos observada em maio de 2000, em relação a janeiro de 2000, apesar da reduzida precipitação (9,4 mm), foi induzida pela manutenção da umidade através da irrigação, necessária devido à baixa precipitação no mês de maio, e também devido à menor temperatura antecedendo a época da coleta, com média mensal de 17,9°C.

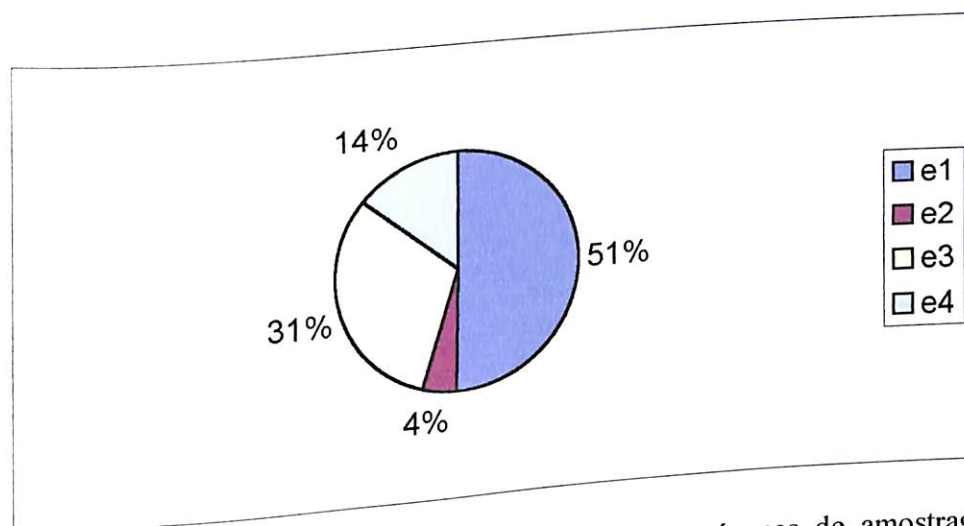


Figura 2. Percentual de indivíduos/m² nas diferentes épocas de amostragem (e1 = setembro de 99; e2 = janeiro de 2000; e3 = maio de 2000; e4 = setembro de 2000) em relação ao total de indivíduos/m² encontrados durante todo o período de cultivo de abacaxi "Smooth Cayenne", submetido a quantidades de restos culturais de abacaxizeiro, aplicados superficialmente ou incorporados, com e sem adição de Agrobio.

A redução da densidade de indivíduos no mês de setembro de 2000, apesar da melhor precipitação, no mês, em relação ao mês de maio, se deveu possivelmente à redução na massa de restos adicionada, e, portanto, menor efeito como atrativo alimentar, como habitat, e, também, sobre a manutenção da uniformidade da temperatura e umidade do solo.

Assim, no agroecossistema, para se obter maior precisão dos dados obtidos é necessário efetuar as amostragens em condição de umidade semelhante, pois, como previsto Favretto et al., (1992), o número de indivíduos varia com a data da amostragem, refletindo a variação da umidade.

O efeito dos tratamentos sobre a densidade dos artrópodes foi observado aos 330 dias (maio/2000) e aos 450 dias (set/2000) (Figura 3, Quadro 4). Aos 330 dias de amostragem, verificou-se efeito significativo da dose de restos da cultura ($p < 0,01$), da interação restos e forma de aplicação ($p < 0,01$), e da interação restos, forma de aplicação dos restos e aplicação de Agrobio ($p < 0,01$), e na quarta época, com efeito da forma de aplicação dos restos ($p < 0,01$), da interação restos e aplicação de Agrobio ($p < 0,05$) e da interação restos e forma de aplicação dos restos ($p < 0,01$).

Quadro 4. Densidade média de indivíduos da artropodofauna, coletados no Latossolo Vermelho Amarelo, em diferentes épocas, submetido à quantidades de restos culturais de abacaxizeiro aplicados superficialmente ou incorporados, com e sem Agrobio (N= 48, média de 4 repetições).

Tratamentos	Época			
	set/99	jan/00	maio/00	set/00
OCs	165,3	9,0	70,3 bc	24,8 ab
OCi	74,0	10,5	63,2 bc	34,8 ab
OSs	30,3	11,5	69,8 bc	30,8 ab
OSi	22,3	12,5	58,7 bc	28,0 ab
3OCs	254,5	15,5	64,8 bc	41,0 ab
3OCi	207,0	10,0	203,0 a	18,8 ab
3OSs	136,0	16,5	119,5 ab	60,0 ab
3OSi	306,3	13,5	105,5 abc	59,2 ab
6OCs	109,5	21,5	59,0 bc	16,8 c
6OCi	118,8	11,0	10,5 c	79,0 a
6OSs	239,3	4,8	19,5 bc	17,8 c
6OSi	181,3	16,2	29,0 bc	62,3 ab
F	1,65ns	0,65 ns	5,24**	2,28*
CV %	84,66	81,54	56,7	63,01
DMS 5%	316,82	25,23	100,36	60,47

*significativo, ** altamente significativo, ns – não significativo.
 médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais;
 0,30 e 60 – quantidades de restos culturais frescos (0, 30 e 60 t/ha);
 C e S - Com e Sem a aplicação de Agrobio;
 (s) restos aplicados superficialmente, (i) restos incorporados ao solo.

No mês de maio/2000, a maior densidade de indivíduos foi observada para o tratamento com 30 t/ha de restos incorporados, associados à aplicação de Agrobio, e no mês de setembro de 1999, o tratamento com 60 t/ha de restos incorporados e com Agrobio favoreceu a densidade de indivíduos.

Entre os grupos de maior densidade e que ocorreram em todas as épocas avaliadas, observou-se efeito significativo dos tratamentos, na primeira época, para Diptera com efeito das quantidades de restos ($p < 0,01$) e da aplicação de Agrobio ($p < 0,01$), que apesar de não demonstrar diferença entre as médias pelo teste de Tukey a 5%, os tratamentos com 60 t/ha de restos sem Agrobio, apresentaram um aumento de 5,5 vezes, na densidade de indivíduos, em relação ao testemunha sem Agrobio (Quadro 6). Entretanto, as espécies pertencentes a este grupo apresentam pouca importância no processo de decomposição, considerando que a maioria das espécies é fitófaga ou hematófaga, ao contrário das larvas que são reconhecidamente importantes.

A densidade de Diptera adultos apresentou correlação negativa e significativa com a densidade de larvas de Díptera ($r = -0,76^*$) e com o teores de matéria seca dos restos vegetais ($r = 0,70^*$), nas diferentes épocas, indicando que este grupo depende do aporte de restos para proceder o seu processo reprodutivo.

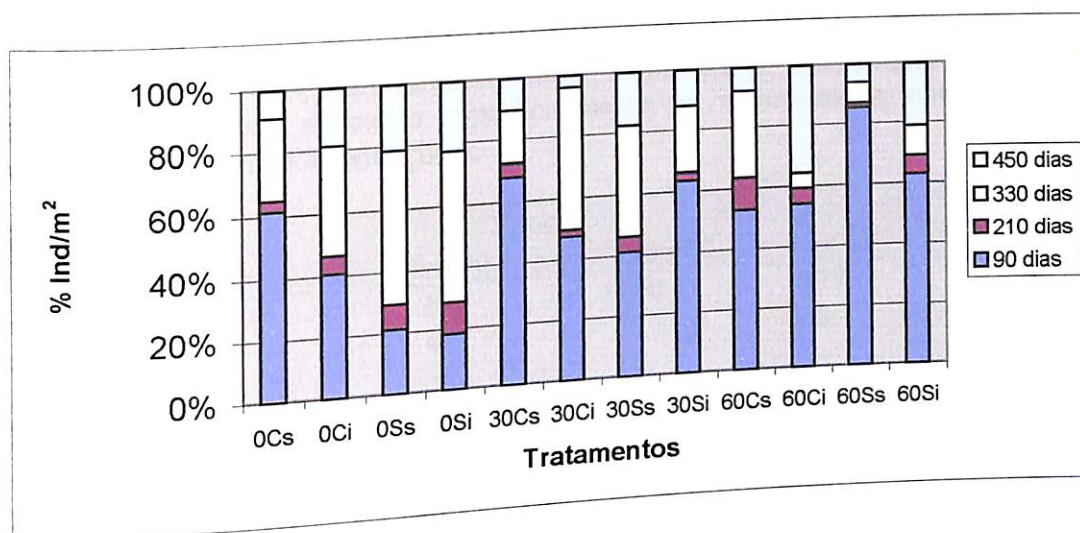


Figura 3. Percentual de indivíduos/m² nas diferentes épocas de amostragem (e1= setembro de 99; e2 = janeiro de 2000; e3= maio de 2000; e4 = setembro de 2000) e nos diferentes tratamentos, no cultivo de abacaxi Smooth Cayenne, submetido a quantidades de restos culturais de abacaxizeiro (0,30 e 60 t/ha), aplicados superficialmente(s) ou incorporados(i), com (C) e sem (S) a adição de Agrobio.

Os resultados das densidades médias dos grupos encontrados durante os 12 meses de coleta constam no Quadro 5. Pode-se observar que no total das quatro épocas de amostragem, Acari e Collembola apresentaram densidades superiores aos demais grupos, seguidos pelo Hymenoptera, Hemiptera, Diptera, Coleoptera e Homoptera. A abundância de Acari e Collembola sobre os demais, também foi observada por Reddy et al., (1994) no processo de decomposição de palha de arroz. Entretanto, as flutuações na população de Acari e Collembola, e o índice de correlação $r = 0,90^*$ entre os dois grupos, indicam uma possível atividade predatória de Acari sobre Collembola.

Aos 210 dias (jan/ 00) houve diferença significativa entre os tratamentos, para o grupo Collembola, face ao efeito das quantidades de restos ($p < 0,05$), da aplicação de Agrobio ($p < 0,01$), da interação quantidades de restos e forma de aplicação ($p < 0,05$), e da interação doses de restos, forma de aplicação e aplicação Agrobio ($p < 0,01$) (Quadro 6). A dose de 30 t/ha de restos aplicadas superficialmente, e a de 60 t/ha incorporadas, ambas sem adição de Agrobio (30Ss e 60Si) favoreceram em 3 e 1,5 vezes mais, respectivamente, a ocorrência de Collembola em relação aos respectivos testemunhas (0Ss e 0Si).

A variação observada nos diversos tratamentos pode ser resultante de oscilações ocorridas no momento da amostragem, pois, conforme abordam Favretto et al., (1992), a ausência de cobertura morta resulta numa significativa redução na população de Collembola, e também de Psocoptera, e de alguns Coleóptera.

O favorecimento de Collembola pela cobertura se deve ao fato de que suas espécies se alimentam de hifas e esporos de fungos (Moore et al., 1987 e Bardegett et al., 1992) desenvolvidos nos restos vegetais. No caso de Collembolas predadores de nematóides, a sua ocorrência se dá em condições mais secas (Didden et al., 1994).

Aos 330 dias (maio/00), o grupo Hemiptera variou entre os tratamentos (Quadro 6) com o efeito da interação aplicação de Agrobio e forma de aplicação dos restos ($p < 0,05$), e da interação quantidades de restos, forma de aplicação e aplicação de Agrobio ($p < 0,01$).

Quadro 5. Densidade total dos grupos de animais da artropodofauna, coletados no latossolo vermelho amarelo, em diferentes épocas, submetido à quantidades de restos culturais de abacaxizeiro aplicados superficialmente ou incorporados, com e sem Agrobio (N = 48, média de 4 repetições).

Grupos	Época				Total
	set/99	jan/00	maio/00	set/00	
			1740	777	6225
Acari	3686	22	27	5	69
Aranea	33	4	19	-	19
Chilopoda	-	-	61	141	2211
Collembola	1995	14	82	74	396
Coleoptera	206	34	2	-	2
Dermaptera	-	-	4	-	4
Diplopoda	-	-	129	-	129
Diplura	-	-	54	109	460
Diptera	82	215	638	75	752
Hemíptera	15	24	168	61	377
Homoptera	9	139	987	489	1835
Hymenoptera	300	59	-	-	-
			8	77	89
Isoptera	-	4	28	5	71
Larva diptera	36	2	213	48	570
Larv. Coleopt	300	-	-	-	-
			13	28	64
Lepidoptera	15	8	1	-	1
Orthoptera	-	-	13	25	99
Psocoptera	48	13	7	-	7
Sybphyla	-	-	-	-	2
Thysanoptera	2	-	1	-	42
Trichoptera	1	40	4195	1914	13.415
Total	6728	578			

O tratamento com 30t/ha de restos incorporados ao solo mais Agrobio (30Ci) apresentou maior densidade de Hemíptera, grupo considerado por Correia (1994) como de artrópodes pouco importantes na decomposição dos restos vegetais no solo, pois são conhecidos genericamente como fitófagos, e portanto herbívoros, além de algumas espécies predadoras.

Neste sentido, Robertson et al., (1994) avaliando a população de artrópodes em áreas de cultivo convencional, cultivo reduzido e sem cultivo, verificaram que a ocorrência de Hemiptera, assim com outros herbívoros, foi similar em todos os tratamentos. Por outro lado, a presença de Hemiptera predadores foi favorecida pelo cultivo reduzido.

Dentre os Hemiptera notou-se um predomínio de pulgões, que, em condição de campo, atacavam a espontânea Bela Emília (*Emilia sonchifolia*), o que pode ter favorecido a ocorrência deste grupo.

Aos 450 dias houve efeito significativo dos tratamentos para Acari ($p < 0,05$) e Diptera ($p < 0,01$). A densidade de Acari foi influenciada pela forma de aplicação dos restos ($p < 0,01$), pela interação quantidades de restos e aplicação de Agrobio ($p < 0,05$), pela interação quantidades de restos e forma de aplicação ($p < 0,01$), pela interação

aplicação de Agrobio e forma de aplicação dos restos ($p<0,05$), e pela interação quantidades de restos, forma de aplicação e aplicação de Agrobio ($p<0,05$). O tratamento com 60 t/ha de restos aplicados superficialmente mais Agrobio (60Cs), resultou em maior densidades de indivíduos (Quadro 6).

Quadro 6. Efeito significativo dos tratamentos sobre a densidade média (ind/m²) de indivíduos da artropodofauna, coletados no latossolo vermelho amarelo, em diferentes épocas, submetido à quantidades de restos culturais de abacaxizeiro aplicados superficialmente ou incorporados, com e sem Agrobio (N= 48, média de 4 repetições).

Tratamento	Epoca				
	90 dias Diptera	210 dias Collembola	330 dias Hemiptera	450 dias	
				Acarina	Diptera
0Cs	0,50 a	0,00	8,50 b	12,8 b	1,25 b
0Ci	0,25 a	0,00	8,50 b	13,3 b	1,50 b
0Ss	0,00	0,25 a	13,00 ab	9,00 b	0,75 b
0Si	0,00	0,00	12,80 ab	7,80 b	0,75 b
30Cs	1,25 a	0,00	8,30 b	9,00 b	2,75 b
30Ci	3,25 a	0,00	47,80 a	3,80 b	0,25 b
30Ss	2,25 a	0,75 a	4,30 b	24,00 ab	1,75 b
30Si	0,50 a	0,50 a	14,80 ab	36,00 ab	2,75 b
60Cs	1,25 a	0,25 a	6,50 b	61,50a	0,00 b
60Ci	0,25 a	0,25 a	11,00 b	37,00ab	4,75 ab
60Ss	6,00 a	0,00	21,80 ab	5,30 b	1,00 b
60Si	5,00 a	1,50 a	2,50 b	35,00 ab	9,75 a
F	2,13*	2,65*	2,54*	2,12*	6,23**
DMS 5%	6,83	1,38	36,38	42,40	5,40

*significativo, ** altamente significativo, ns – não significativo.
 médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais;
 0,30 e 60 – quantidades de restos culturais frescos (0,30 e 60 t/ha);
 C e S- Com e Sem a aplicação de Agrobio;
 (s) restos aplicados superficialmente (i) restos incorporados ao solo .

A densidade de Diptera teve efeito das quantidades de restos ($p<0,01$), da interação quantidades de restos e aplicação de Agrobio ($p<0,05$), e da interação entre aplicação de Agrobio e forma de aplicação dos restos ($p<0,05$). O tratamento com 60t/ha de restos incorporados e sem Agrobio (60Si), resultou em maior densidade de indivíduos (Quadro 6).

Correlacionando-se os grupos que apresentaram diferença significativa para a densidade de indivíduos entre os tratamentos com a massa de restos vegetais remanescentes nas diferentes épocas, obteve-se o seguinte: $r=0,54$ ns para Diptera em set/99, $r=0,28$ ns para Collembola em jan/00, $r=0,18$ ns para Hemiptera em mai/00, e $r=0,46$ ns e $0,09$ ns, respectivamente, para Acari e Diptera em set/00. Tais resultados indicam que estes grupos não expressam a dinâmica de decomposição dos restos vegetais no tocante à massa de restos vegetais remanescentes, pois são influenciados por outros fatores que não a massa de matéria seca dos restos vegetais.

Os reflexos das mudanças no manejo do solo sobre a fauna demandam tempo. Avaliando a meso e a macro fauna nos sistemas de cultivo convencional e integrado, instalado um ano antes da amostragem, Didden et al., (1994) verificaram que a estrutura

faunal pouco se desenvolveu no sistema integrado, e que em ambos os sistemas a umidade e a temperatura foram os fatores que explicam as diferenças entre as amostragens. O diferencial entre os sistemas de cultivo integrado e convencional, com respeito à biomassa e à respiração da fauna, foi atribuído, pelos autores, às minhocas que não ocorreram no sistema convencional.

Avaliando o efeito da época de coleta sobre os grupos identificados, constatou-se efeito significativo da época para Aranea, Collembola, Hemiptera, Isoptera, Larvas de Coleoptera e de Díptera, e Lepidoptera (Quadro 7).

Quadro 7. Efeito significativo da época de coleta sobre a densidade média (ind/m²) de indivíduos da artropodofauna, coletados no latossolo vermelho amarelo, em diferentes épocas, submetido à quantidades de restos culturais de abacaxizeiro aplicados superficialmente ou incorporados, com e sem Agrobio (N= 48, média de 4 repetições).

Densidade Ind/m ²	Época				F	DMS 5%
	set/99	jan/00	maio/00	set/00		
Aranea	0,67 a	0,08 b	0,56 a	0,10 b	4.46**	0,43
Collembola	41.56 a	0,29 b	1.27 b	2.94 b	3.07*	19.22
Hemiptera	0,31 b	0,50 b	13.29 a	1.56 b	3.36*	5.74
Isoptera	0,00 b	0,08 b	0,17 b	1.6 0a	2.93*	0,81
Larv. Coleo	6.25 a	0,00 b	4.44 a	1.0 0b	3.92**	4.63
Larva Dipte	0,75 a	0,04 c	0,58 ab	0,10 b	4.64	0,51
Lepidoptera	0,32 b	0,17 b	0,27 b	0,58 a	2.47*	0,36

*significativo, ** altamente significativo, ns – não significativo.
 médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais;
 0,30 e 60 – quantidades de restos culturais frescos (0,30 e 60t/ha);
 C e S-Com e Sem a aplicação de Agrobio;
 (s) restos aplicados superficialmente e (i) restos incorporados ao solo .

O efeito da época de amostragem sobre Aranea se deve ao fato de se tratar de um grupo de predador e, portanto, sua densidade variou com a densidade total de indivíduos em cada época, obtendo-se um valor de correlação para regressão linear elevado ($r = 0,96^{**}$).

A ocorrência predominante de Collembola, segundo Reddy et al., (1994) se dá nas estações mais úmidas, sendo, portanto, estes indivíduos responsáveis pela perda de massa dos restos durante o período úmido. Além disso, Shoereder et al., (1990) considera que Collembola e Aranea apresentam um baixo índice de preferência, isto é, no caso dos Collembola, existindo umidade satisfatória, eles se alimentam do litter e da microfauna, se adaptando bem às mudanças no sistema. Além disso, Collembola sofre o efeito predatório de Acari, conforme relatado anteriormente.

A densidade de Isoptera aumentou com a redução da matéria seca dos restos culturais no solo ($r = -0,76^{*}$). Este resultado indica que os menores níveis de umidade não impedem a proliferação de Isoptera, e está de acordo com Reddy et al., (1994) ao observar que a perda de massa nos períodos mais secos é favorecida pela abundância de termitas.

Analisando os resultados, verifica-se que as condições do clima e a cadeia alimentar determinam a composição da comunidade do solo, e são importantes na explicação da dinâmica da artropodofauna no curso do tempo. O efeito da mudança nas

condições do solo em curto espaço de tempo não reflete, de forma significativa, na dinâmica da comunidade de artrópodes do solo.

2.3.3. Teores de carbono orgânico total do solo.

Com adição dos restos culturais do abacaxizeiro, o teor médio de carbono total foi influenciado significativamente pelas quantidades de restos ($p < 0,01$) (Figura 4). Os teores de carbono no solo variaram, também, com a época ($p < 0,01$) e com a profundidade ($p < 0,01$) de amostragem, com a interação das quantidades de restos e época ($p < 0,05$), e com a interação quantidades de restos, forma de aplicação e época de amostragem ($p < 0,01$).

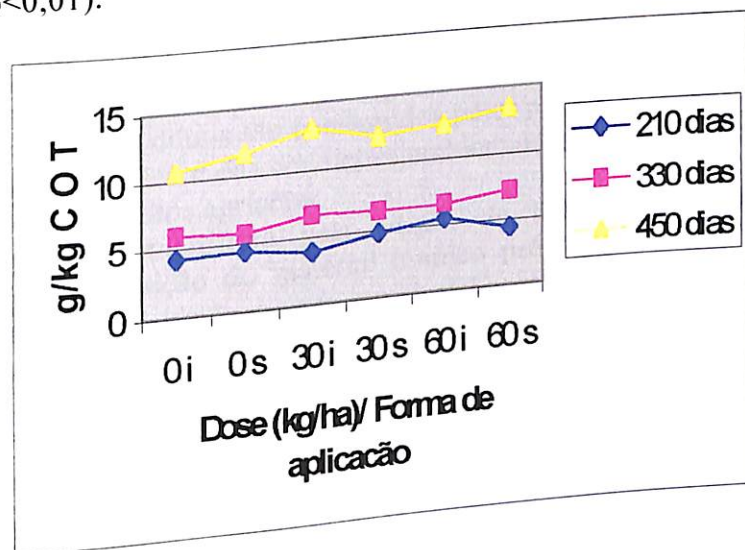


Figura 4. Teores médios de Carbono Orgânico Total (COT) em um latossolo vermelho amarelo, aos 210, 310 e 450 dias após a aplicação de quantidades de restos (0, 30 e 60 t/ha) culturais de abacaxizeiro, aplicados superficialmente (s) ou incorporados (i), com e sem a adição de Agrobio.

Os teores médios de carbono, nas amostras de solo tomadas antes da implantação dos tratamentos, evidenciaram valores de $6,0 \text{ g.kg}^{-1}$ na camada de 0-10 cm e de $4,5 \text{ g.kg}^{-1}$ na camada de 10-20 cm.

Com a aplicação dos tratamentos ocorreu um aumento e uma inversão, isto é, os teores de carbono foram significativamente aumentados, e superiores na camada de 10-20 cm ($7,98 \text{ g.kg}^{-1}$) contra $7,47 \text{ g.kg}^{-1}$ na camada de 0-10 cm.

As quantidades de restos proporcionaram diferenças significativas nos teores de carbono do solo, na seguinte ordem: $7,10 \text{ g.kg}^{-1}$ nos testemunhas, $7,81 \text{ g.kg}^{-1}$ ao adicionar 30 t/ha de restos, e $8,26 \text{ g.kg}^{-1}$ ao adicionar 60 t/ha de restos.

Após 210 dias da aplicação dos restos culturais, o solo apresentou ligeira redução nos teores de carbono em relação aos teores observados antes da aplicação dos tratamentos. Isso sugere que, ainda nesta época de amostragem, o carbono contido no material vegetal adicionado, e no Agrobio estava sendo transformado em CO_2 , juntamente com uma fração do carbono original do solo. Este resultado está de acordo com Oliveira (1990), Pizauro Júnior e Melo (1995), e McIntyre et al., (2000).

Além disso, o fato de revolver e umedecer o solo, e fornecer nitrogênio, favorece a ação dos microrganismos, que promovem também a mineralização do carbono

original do solo. Este resultado foi observado por Caldeira (1997) ao detectar uma evolução de CO_2 do solo sem a incorporação de materiais orgânicos (1526 mg), superior à adição de celulose (764,5 mg), e semelhante à incorporação de proteína (1167,9 mg), e de óleo de soja (1472mg).

A parte aérea do abacaxizeiro apresenta $143,9 \text{ g.Kg}^{-1}$ de carboidratos (Carvalho et al., 1981), e segundo Martens (2000) a maior parte do CO_2 evoluído durante os estágios iniciais da decomposição, resultam de carboidratos e aminoácidos adicionados. Entre os restos utilizados no trabalho desenvolvido pelo referido autor, a palha de aveia, com $152,8 \text{ g.kg}^{-1}$ de carboidratos resultou, logo após a sua adição, em um aumento de 28% nos teores de carbono do solo, seguido de reduções que atingiram 9,9%, aos 84 dias após a adição dos restos.

Os estoques de matéria orgânica nos solos representam o balanço entre a adição de resíduos vegetais nas áreas de cultivo, e as práticas de manejo que resultam na decomposição mais acelerada da matéria orgânica (Christensen, 1996). Nesse sentido, a velocidade com que os resíduos são consumidos pelos microrganismos do solo depende da sua composição química e das condições ambientais, que podem ser alteradas pelas práticas de manejo, nos solos agrícolas.

A ativação da microflora pela adição de fontes de carbono assimilável proporciona a decomposição do material húmico pré-existente (Cerri et al., 1982). Seguindo esse raciocínio, supõe-se que o material orgânico fresco estimula a perda de carbono na forma de CO_2 , decorrente da ação de microrganismos e de alterações no ambiente do solo, como as menores oscilações de umidade e temperatura, a disponibilidade de nutrientes oriundos da adubação nitrogenada, da aplicação de Agrobio, e da vegetação espontânea nas parcelas testemunhas (Larson, 1972; Evans, 1973; Parr, 1975; Stott 1986; Singh e Shekhar 1989; Oliveira, 1990).

Ainda neste contexto, Geiger et al., (1992) não observaram efeito significativo da adição de restos de milho sobre os teores de COT, comparativamente à adubação com fertilizantes e à adubação com fertilizantes mais aplicação dos restos, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30cm. Todavia, enquanto a adição de restos promoveu aumento de 5% no teor de COT na camada de 10-20, e de 11,8% na camada de 20-30cm, em relação ao testemunha, a adubação com fertilizantes reduziu em aproximadamente 9,5% nas camadas de 0-10 e de 10-20cm, e aumentou em 17,6% na camada de 20-30cm. A combinação dos restos mais a adubação com fertilizantes manteve, nas camadas de 0-10 e de 10-20 cm, os mesmos teores obtidos no testemunha, e na de 20-30cm o teor de COT aumentou em 17,6%.

Menores teores de carbono na camada de 0-10 cm, também foram observados por Oliveira (1990), e são decorrentes do estímulo ao processo de mineralização da matéria orgânica pelo revolvimento do solo no ato da capina e da amontoa, prática corriqueira na cultura do abacaxi, mas que expõe as frações orgânicas aos microrganismos decompositores, em função da quebra dos macroagregados.

Aos 330 dias obsevou-se elevação nos teores de C que atingiram e, nos tratamentos com restos, superaram os níveis observados no solo antes da aplicação dos restos. Este aumento continuou, culminando em teores mais elevados aos 450 dias após a adição dos restos no solo, indicando que este material adicionado tem grande duração no solo, o que se deve, possivelmente, à elevada relação C/N, da ordem de 70,26 (Paul et al., 2001), e à presença de alto percentual de lignina, que é resistente à decomposição (Cardoso, 1992). Entretanto, a relação C/N varia com as formas de cultivo, uma vez que a relação C/N do material vegetal obtido neste trabalho foi inferior àquela observada no restos culturais aplicados ao solo.

O balanço dos percentuais de COT aos 450 dias pode ser observado na Figura 5. Na camada de 0-10cm e 10-20 cm, houve aumentos nos teores de COT, em relação aos teores obtidos antes da implantação do experimento, e os maiores ganhos foram observados nos tratamentos com restos. Na camada de 10-20cm, os percentuais de ganho foram mais elevados, em todos os tratamentos.

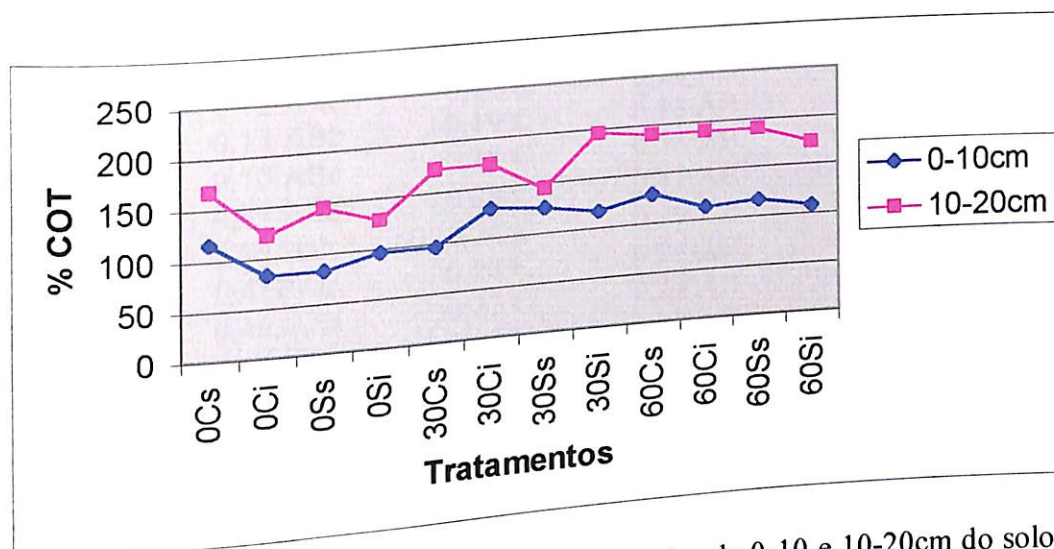


Figura 5. Balanço de carbono orgânico total nas camadas de 0-10 e 10-20cm do solo, em relação aos teores iniciais de carbono do solo, aos 450 dias, após a adição de quantidades de restos culturais do abacaxizeiro (0, 30 e 60 t/ha), aplicados superficialmente (s) ou incorporados (i), com (C) e sem (S) Agrobio.

A textura mais grosseira do solo favorece a maior drenagem e movimentação de matéria orgânica e dos complexos organometálicos (Oades, 1988). Assim, o aumento observado na camada de 10-20cm aos 450 dias sugere haver lixiviação de carbono.

2.3.4. Frações da matéria orgânica

A distribuição dos teores de carbono nas diferentes frações da matéria orgânica, na camada de 0-5 cm do solo, encontra-se apresentada nos Quadros 8 a 11.

Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, observou-se diferença significativa para os teores de carbono na fração AFL ($p < 0,01$) (Quadro 8), e AF ($p < 0,01$) (Quadro 9). Concordando com as pesquisas de Nascimento et al., (1988), de Melo et al., (1994), e de Mendonza et al., (2000) para cana crua, os teores médios de carbono das frações, nesta amostragem, obedeceram a seguinte ordem: humina > ácido fúlvico > ácido húmico > ácido fúlvico livre.

No desdobramento do efeito de tratamento ao 90 dias, o teor de AFL alterou-se frente ao efeito das quantidades de restos ($p < 0,01$), ao efeito da interação das quantidades de restos e forma de aplicação ($p < 0,01$), e ao efeito da interação das quantidades de restos e aplicação de Agrobio ($p < 0,01$). Os tratamentos 30Ss e 30Si, 60Cs, 60Ci, 60Ss, e 60Si foram estatisticamente superiores na fração de AFL, e iguais entre si.

Quadro 8. Teores médios de carbono orgânico da fração ácido fúlvico livre(AFL), em diferentes épocas, no latossolo vermelho amarelo submetido a quantidades de restos culturais de abacaxizeiro em cobertura ou incorporado, com e sem a adição de Agrobio.

Tratamento	Época			
	90 dias	210dias	330dias	450dias
	g/kg-----			
0Cs	0,12AB b	0,30 C	0,26 AB	0,33 Abc
0Ci	0,12 ABc	0,26 C	0,28 AB	0,33 Abc
0Ss	0,13 ABb	0,19 C	0,38 AB	0,31 Ac
0Si	0,10 ABc	0,18 C	0,36 AB	0,32 Ac
30Cs	0,37 ABab	0,28 C	0,41 AB	0,42 Aab
30Ci	0,35 Bab	0,24 C	0,29 AB	0,41 Aab
30Ss	0,41BAa	0,28 C	0,29 AB	0,37 Aab
30Si	0,40A Ba	0,27 C	0,23 AB	0,35 Abc
60Cs	0,40ABa	0,33 C	0,27 AB	0,44 Aa
60Ci	0,48 ABa	0,30 C	0,33 AB	0,40 Aab
60Ss	0,48 ABa	0,34 C	0,40 AB	0,40 Ab
60Si	0,38 ABa	0,24 C	0,42 AB	0,32 Ac
F Trat	6,84**	0,84ns	0,92ns	9,59**
CV%	25,08	37,74	43,51	8,19
DMS 5%	0,24	0,24	0,34	0,073
F		Época=7,77**	Trat x Época=2,17ns	
CV% época			33,0	
DMS 5%			Época = 0,124	

médias seguidas da mesma letra maiúscula, entre épocas, e minúscula, entre tratamentos, (dentro de cada época)são, estatisticamente, iguais pelo teste de Tukey 5%. Tratamentos: 0 (sem adição de restos), 30 (30t/ha de restos úmidos), 60 (60t/ha de restos úmidos); C (com Agrobio) ,S (sem Agrobio); i (restos incorporados), s (restos em cobertura).

Quanto ao AF, houve efeito das quantidades de restos culturais ($P < 0,01$), e da interação entre as quantidades de restos, forma de aplicação dos restos e aplicação de Agrobio ($P < 0,05$). Ocorreu o inverso do observado para AFL, com superioridade do tratamento 30Ci. Este resultado indica que o carbono na fração AFL, no tratamento 30Ci, foi transformado em AF mais rapidamente do que nos demais tratamentos.

Aos 210 dias foi observado o efeito de tratamento apenas para AF (Quadro 9) com efeito das quantidades de restos ($p < 0,01$), da aplicação de Agrobio ($p < 0,05$), e da interação entre as quantidades de restos, a forma de aplicação dos restos e a aplicação de Agrobio ($p < 0,01$). Apesar de não se detectar diferença significativa entre as médias pelo Teste de Tukey a 5 %, os teores foram mais elevados nos tratamentos com adição dos restos.

Nos tratamentos testemunhas, a adição de Agrobio proporcionou aumentos percentuais de 33 e 23% de carbono na fração AF. Mesmo assim, a adição de restos da cultura de abacaxi manteve valores mais elevados de carbono na fração AF, quando comparados aos testemunhas com e sem Agrobio (Figura 6).

Quadro 9. Teores médios de carbono orgânico da fração ácido fúlvico (AF), em diferentes épocas, no latossolo vermelho submetido a quantidades de restos culturais de abacaxizeiro em cobertura ou incorporado, com e sem a adição de Agrobio.

Tratamento	Época			
	90dias	210 dias	330dias	450 dias
	g/kg			
0Cs	0,88 Abcd	0,60 BCa	0,70 C	0,85 BC
0Ci	0,72 Abcd	0,52 BCa	0,57C	0,75BC
0Ss	0,70 A cd	0,40 BCa	0,35C	0,80BC
0Si	0,69 A d	0,40 BCa	0,33C	0,71BC
30Cs	1,63 Aab	0,82 BCa	0,48C	0,75BC
30Ci	1,90 Aa	0,76 BCa	0,48C	0,73BC
30Ss	1,65 Aab	0,62 BCa	0,55C	0,86BC
30Si	1,62 Aab	0,58 BCa	0,53C	0,80BC
60Cs	1,50 Aabcd	0,82 BCa	0,66C	0,95BC
60Ci	1,60 Aabcd	0,85 BCa	0,77C	0,75BC
60Ss	1,60 Aabc	0,88 BCa	0,85C	1,10BC
60Si	1,50 Aabcde	0,80 BCa	0,68C	0,90BC
F Trat	5,77**	2,79*	1,32ns	0,81
CV%	28,26	33,32	45,85	27,07
DMS 5%	0,90	0,54	0,64	0,54
F época			2,95*	
CV% época			9,65	
DMS 5%			0,11	

médias seguidas da mesma letra maiúscula, entre épocas, e minúscula, entre tratamentos (dentro de cada época) são, estatisticamente, iguais pelo teste de Tukey 5%. Tratamentos: 0 (sem adição de restos), 30 (30t/ha de restos úmidos), 60 (60t/ha de restos úmidos); C (com Agrobio), S (sem Agrobio); i (restos incorporados), s (restos em cobertura).

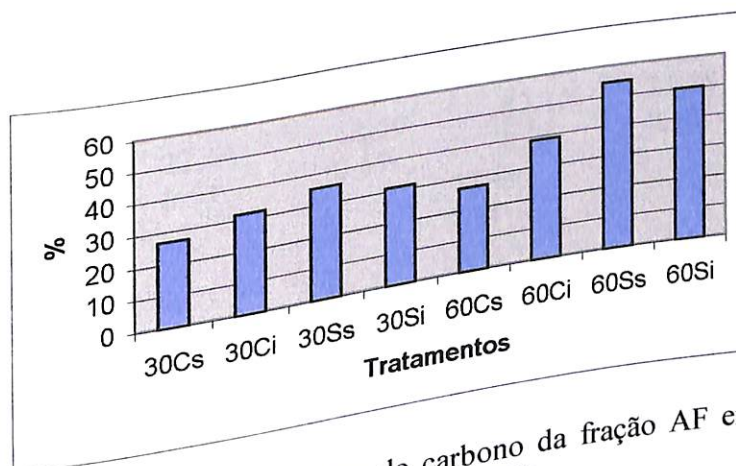


Figura 6. Aumento percentual nos teores de carbono da fração AF em relação aos respectivos tratamentos testemunhas (0Cs, 0Ci, 0Ss e 0Si).

Os teores de AF variaram de forma significativa, com as épocas (Quadro 9) de amostragem, da seguinte forma: aos 90 dias verificaram-se os maiores valores,

seguidos de queda aos 210 e 330 dias, e tendência de elevação aos 450 dias de amostragem.

Aos 330 dias (maio/00) não houve efeito de tratamento para as frações avaliadas (Quadros 8 a 11), com pequenas variações entre tratamentos, e entre as épocas, com exceção da fração H que reduziu, em relação aos 210 dias, de 27% a 55% nos tratamentos testemunhas, e de 17 a 45% nos tratamentos com restos.

Aos 450 dias foi observado efeito significativo dos tratamentos para AFL, com efeito das quantidades de restos ($p < 0,01$) (Quadro 8), efeito da aplicação de Agrobio ($p < 0,01$), efeito da forma de aplicação ($p < 0,01$), efeito da interação das quantidades de restos e aplicação de Agrobio ($p < 0,05$), efeito da interação das quantidades de restos e forma de aplicação ($p < 0,01$), e efeito da interação das quantidades de restos, forma de aplicação, e aplicação de Agrobio ($p < 0,01$). O tratamento com 60Cs proporcionou os maiores teores de AFL.

Quadro 10. Teores médios de carbono orgânico da fração ácido húmico (AH), em diferentes épocas, no latossolo vermelho amarelo submetido a diferentes quantidades de restos culturais de abacaxizeiro em cobertura ou incorporadas, com e sem a adição de Agrobio.

Tratamento	Época			
	90dias	210dias	330dias	450dias
	g/kg			
0Cs	0,83	0,38	0,75	0,40 c
0Ci	0,76	0,29	0,68	0,39 c
0Ss	1,05	0,45	0,43	0,54 c
0Si	0,95	0,45	0,53	0,58 c
30Cs	0,68	0,53	0,55	1,32 a
30Ci	1,10	0,50	0,58	1,20 ab
30Ss	1,00	0,55	0,82	1,30 a
30Si	1,10	0,55	0,78	1,20 ab
60Cs	1,00	0,55	0,70	0,62 c
60Ci	1,00	0,70	0,72	0,53 c
60Ss	1,00	0,63	0,72	0,80 bc
60Si	1,01	0,68	0,82	0,65 c
F Trat.	0,95	0,61	0,70	18,21
CV%	1,10	0,83	1,30ns	21,78
DMS 5%	1,37ns	52,50	32,15	0,42
F época	22,14	0,69	0,54	
CV %	0,54		1,73 ns	
DMS 5%			9,24	
			0,8	

média seguidas da mesma letra maiúscula, entre épocas, e minúscula entre tratamentos (dentro de cada época) são, estatisticamente, iguais pelo teste de Tukey 5%. Tratamentos : 0 (sem adição de restos), 30 (30t/ha de restos úmidos), 60 (60t/ha de restos úmidos); C (com Agrobio), S (sem Agrobio); i (restos incorporados), s (restos em cobertura).

Os teores de AFL variaram significativamente com a época de amostragem, sendo que aos 450 dias após a aplicação dos restos houve aumentos, em relação às demais épocas de amostragem. Este aumento pode ser decorrente da menor precipitação

que reduziu a lixiviação de substâncias pré-húmicas para as camadas mais profundas (Oliveira, 1990).

Aos 450 dias, observou-se, também, efeito de tratamento para os teores de carbono na fração AH com efeito das quantidades de restos ($p < 0,01$) (Quadro 10), da forma de aplicação ($p < 0,05$), da aplicação de Agrobio ($p < 0,05$), e da interação das quantidades de restos, forma de aplicação, e aplicação Agrobio ($p < 0,05$). Nessa época, os tratamentos 30Cs e 30Ss proporcionaram os maiores teores de AH. Os tratamentos com 60 t/ha se equivaleram estatisticamente aos testemunhas.

Os teores de H (Quadro 11) também variaram em função dos tratamentos adotados aos 450 dias da aplicação dos restos, com efeito das quantidades de restos ($p < 0,01$), da aplicação de Agrobio ($p < 0,01$), da interação das quantidades de restos e de aplicação Agrobio ($p < 0,01$), e da interação das doses restos, forma de aplicação, e aplicação de Agrobio ($p < 0,01$).

Os tratamentos que proporcionaram os maiores teores de H foram as doses de 60t/ha associadas à aplicação de Agrobio, independente da forma de aplicação no solo.

Quadro 11. Teores médios de carbono orgânico da fração húmica (H), em diferentes épocas, no latossolo vermelho amarelo submetido a diferentes quantidades de restos culturais de abacaxizeiro em cobertura ou incorporadas, com e sem a adição de Agrobio.

Tratamento	Época			
	90dias	210 dias	330dias	450dias
	g/kg			
OCs	5,4	7,0	5,1	4,8 b
OCi	5,3	7,3	4,6	3,9 c
OSs	4,2	6,9	3,1	4,0 c
OSi	4,2	6,9	3,6	4,1 bc
30Cs	4,6	7,4	7,8	4,8 b
30Ci	4,8	8,3	6,5	4,6 bc
30Ss	4,1	8,3	6,1	4,1 bc
30Si	3,9	7,1	5,3	3,6 c
60Cs	3,5	6,4	5,7	7,5 a
60Ci	3,7	9,8	7,2	6,3 a
60Ss	3,8	8,8	6,6	4,6 bc
60Si	3,5	8,0	6,3	4,7 bc
F Trat	1,22ns	12,1	1,17ns	4,79**
CV%	27,87	0,53ns	43,63	19,63
DMS 5%	2,9	53,83	0,6	227
F época		1,05	2,40 ns	

média seguidas da mesma letra maiúscula, entre épocas, e minúscula, entre tratamentos (dentro de cada época) são, estatisticamente, iguais pelo teste de Tukey 5%. Tratamentos: 0 (sem adição de restos), 30 (30t/ha de restos úmidos), 60 (60t/ha de restos úmidos); C (com Agrobio), S (sem Agrobio); (i) restos incorporados), (s) restos superficiais.

A fração húmica predominou nas quatro épocas de amostragem. Entretanto, observou-se correlação significativa do teor de C na fração húmica com COT

($r=0,67^{**}$) aos 330 dias, indicando que nesta fase a maior parte do carbono do solo se encontrava na fração H.

A distribuição do teor de COT no solo, nas diferentes épocas, analisada pela correlação positiva e significativa, se distribuiu da seguinte forma: aos 210 dias com AFL e AF $r=0,61^*$ e $0,63^*$, respectivamente), e com AH ($r=0,73^{**}$), aos 330 dias com AH ($r=0,60^*$), e aos 450 dias com AFL ($r=0,75^*$), e AH ($r=0,58^*$).

A relação COT/H (Figura 7A) aumentou com o passar do tempo, após a adição dos restos. Aos 210 dias esta relação foi baixa relativamente às demais épocas, e não variou em função dos tratamentos, sugerindo que o carbono estava na forma de humina (H), em maior proporção do que nas demais épocas, apesar da baixa correlação com COT nesta época ($r = 0,35ns$). Este aumento do teor de carbono na fração humina pode ser confirmado ao observar a baixa relação AF/H (Figura 7B) aos 210 dias.

Aos 90 dias percebe-se, avaliando a relação AF/H (Figura 7B), que nos tratamentos com restos predomina o carbono na fração de AF, e nos testemunhas na fração H.

Aos 330 dias, apesar da superioridade dos valores de COT/H em relação à amostragem aos 210 dias, os tratamentos com adição dos restos mantiveram a COT/H semelhante aos testemunhas. Isto sugere que, onze meses após a adição dos restos, menores teores de carbono estavam na fração H, porém aumentando em função da baixa relação AF/H. Pela baixa relação AF/AH (Figura 7C) obtida nesta época de amostragem, associada à correlação significativa entre COT e AH, deduz-se que uma grande parte do COT estava, também, na forma de AH, e que as diversas frações coexistem no solo.

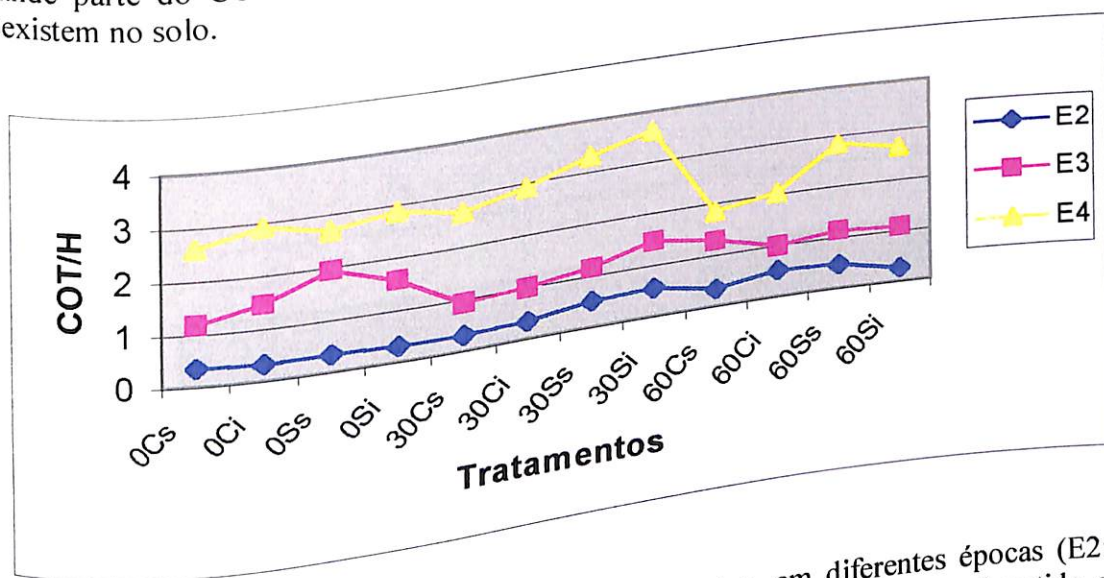


Figura 7A. Relações entre Carbono orgânico e Humina, em diferentes épocas (E2: 210 dias; E3: 330 dias e E4: 450 dias), no latossolo vermelho amarelo submetido a quantidades de restos culturais de abacaxizeiro (0, 30, e 60 t/ha), incorporados ao solo (i) e aplicados superficialmente (s), com (C) e sem (S) Agrobio, e cultivado com o abacaxizeiro "Smooth Cayenne".

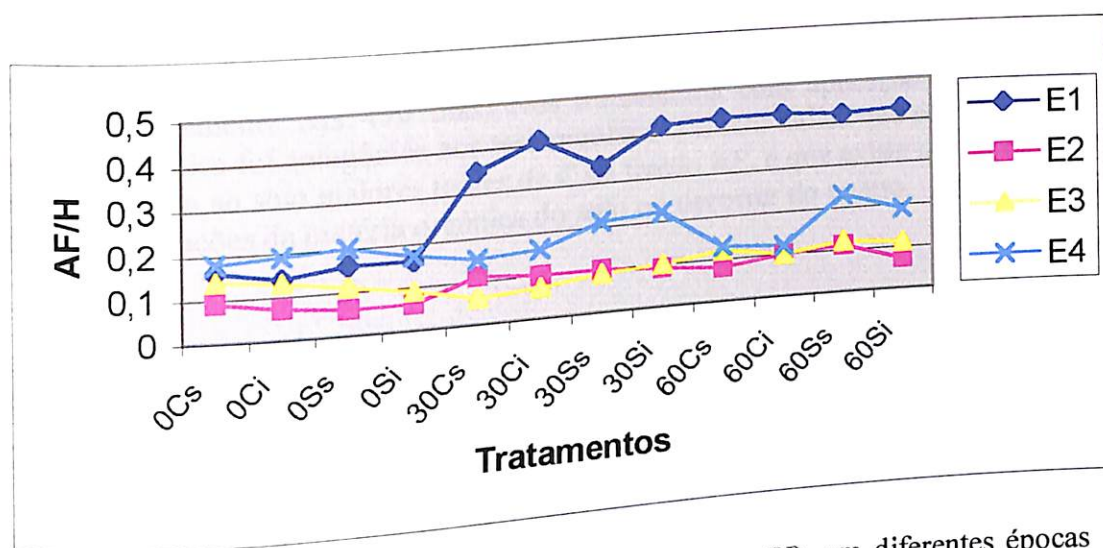


Figura 7B. Relações entre Ácido Fúlvico (AF) e Humina (H), em diferentes épocas (E1: 90 dias; E2: 210 dias; E3: 330 dias e E4: 450 dias), no latossolo vermelho amarelo submetido a quantidades de restos culturais de abacaxizeiro (0, 30, e 60t/ha) incorporados ao solo (i) e aplicados superficialmente(s), com (C) e sem (S) Agrobio, e cultivado com o abacaxizeiro "Smooth Cayenne".

Conforme abordado, o efeito da adição dos restos culturais sobre os teores de AF é evidente aos 90 dias, onde se verificou teores mais elevados de AF em relação a H, pela menor relação AF/H. Todavia, aos 210 e 330 dias a relação caiu em resposta ao aumento nos teores de C na fração H, para todos os tratamentos. Aos 450 dias as relações voltaram a aumentar, mantendo-se inferiores à primeira época de amostragem.

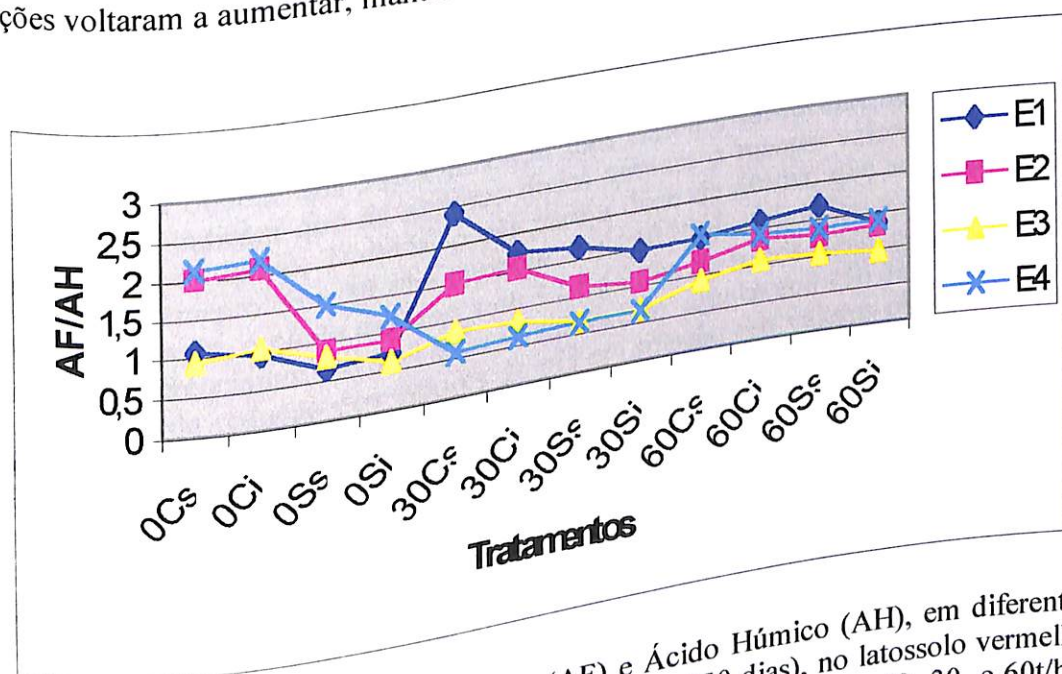


Figura 7C. Relações entre Ácido Fúlvico (AF) e Ácido Húmico (AH), em diferentes épocas (E1: 90 dias; E2: 210 dias; E3: 330 dias e E4: 450 dias), no latossolo vermelho amarelo submetido a quantidades de restos culturais de abacaxizeiro (0, 30, e 60t/ha) incorporados ao solo (i) e aplicados superficialmente(s), com (C) e sem (S) Agrobio, e cultivado com o abacaxizeiro "Smooth Cayenne".

Quanto às relações AF/AH (Figura 7C) percebe-se, nos tratamentos testemunhas aos 90 dias, que a relação é baixa, aumentando aos 210 dias, abaixando ao 330 dias, e aumentando novamente aos 450 dias. Nos tratamentos com aplicação dos restos culturais, a dinâmica foi antagônica aos testemunhas. Tal fato indica que aos 90 dias os restos adicionaram ao solo maiores teores de C na fração AF, e que existe um equilíbrio cíclico entre as frações da matéria orgânica do solo no decorrer do tempo.

2.3.5. pH e macronutrientes no solo

pH

O valores médios relativos à variação dos índices de pH do solo, no período de janeiro a setembro de 2000 podem ser observados na Figura 8A e 8B. A análise de variância dos dados demonstrou que os valores médios de pH variaram de forma significativa com as quantidades de restos ($p < 0,01$), com a época de amostragem ($p < 0,01$), com a interação das quantidades de restos e da aplicação de Agrobio ($p < 0,01$), e com a interação das quantidades de restos e da época de amostragem ($p < 0,01$).

O aumento na dose de restos proporcionou maiores valores de pH (DMS=0,067). Com o passar do tempo, os valores de pH variaram da seguinte forma: maiores aos 210 dias, reduzindo-se aos 330 dias, e voltando a aumentar aos 450 dias após a adição dos restos.

A adição de Agrobio (Figura 8B) não promoveu diferença significativa entre os tratamentos testemunhas, e nem entre os tratamentos com 60 t/ha de restos, sendo que nos tratamentos com 30 t/ha proporcionou valores de pH superiores.

Quanto à interação época de amostragem e tratamentos, observou-se que os testemunhas não diferiram entre si, e foram inferiores aos tratamentos com restos. O pH nos tratamentos com a adição de 30t/ha aos 210 dias foi maior do que aos 330 dias, que por sua vez foi superior aos 450 dias. Os tratamentos com 60t/ha aos 210 dias proporcionaram valores de pH superiores aos valores obtidos aos 330 dias, e aos 450 dias. Os valores obtidos aos 330 e aos 450 dias foram estatisticamente idênticos, e à primeira vista indicam que as maiores doses tendem a manter valores de pH mais elevados por mais tempo. Todavia, o pH para a dose de 60t/ha, que aos 210 dias foi superior ao tratamento com 30 t/ha também aos 210 dias, se igualou a este tratamento aos 450 dias. Assim, o efeito das doses de 30 e 60t/ha de restos foram semelhantes aos 210 dias, se diferenciaram aos 330 dias, voltando a se igualar aos 450 dias (Figura 8A).

Apesar da redução dos valores de pH em relação aos valores obtidos antes do instalação do experimento, observou-se que a incorporação de restos culturais de abacaxizeiro manteve, durante 15 meses, valores superiores de pH em relação aos testemunhas, que receberam como restos vegetais, apenas a vegetação espontânea. Os maiores valores de pH obtidos neste experimento com o uso de restos vegetais corroboram os resultados de Oliveira (1990), ao observar o mesmo efeito incorporando palha de milho ao solo, de Kretzschmar et al., (1991) e de Geiger et al., (1992), ao incorporarem palha de milheto pura e associada com adubação química, de Miyasawa et al., (1993), utilizando diversos vegetais, e de Paul et al., (2001), aplicando restos de trigo e de trevo subterrâneo. Entretanto, são contrários aos resultados de Morachan et al., (1972), que constatou redução do pH com adição de 16 t/ha/ano de restos de alfafa, de caule de milho, de serragem, ou de aveia. Esta redução foi atribuída pelos autores à adição de adubo nitrogenado.

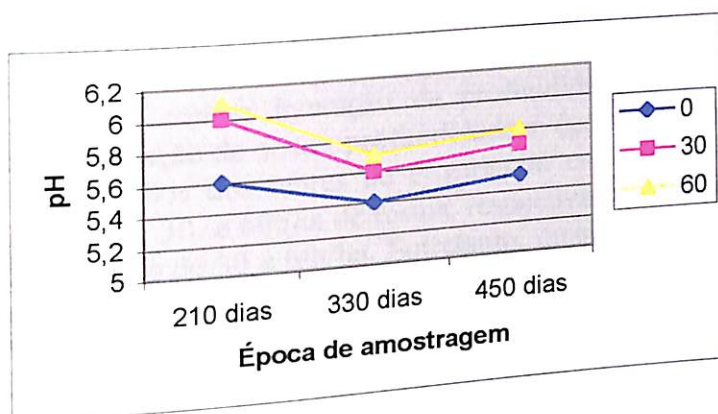


Figura 8A. Valores de pH do latossolo vermelho amarelo, nas diferentes épocas de amostragem, submetido a quantidades de restos culturais do abacaxizeiro, e cultivado com “Smooth Cayenne”.

O rápido aumento do pH logo após a adição dos restos vegetais, segundo Miyasawa et al., (1993), é decorrente da reação de adsorção de H^+ e/ou Al^{+3} na superfície do material adicionado, confirmando teoria de Hoyt e Turnes, (1975).

A magnitude do efeito dos restos vegetais sobre o pH do solo, segundo Paul et al., (2001), depende do tipo e da quantidade de resíduos adicionados. Em curto prazo, o pH dos solos moderadamente ácidos pode aumentar em resposta à perda de ânions orgânicos solúveis em água, devido à associação química, ou à protonação seguida pela oxidação biológica (Conyers et al., 1995), e em experimentos de longa duração, em resposta ao acúmulo e humificação da matéria orgânica (Williamms, 1980).

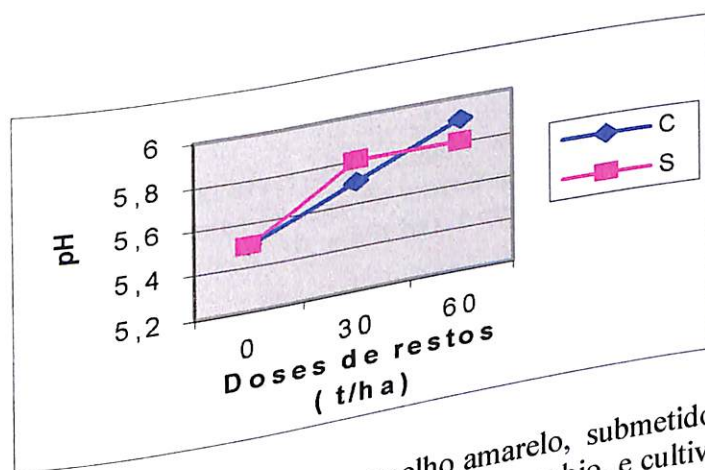


Figura 8B. Valores de pH do latossolo vermelho amarelo, submetido a quantidades de restos culturais do abacaxizeiro, com (C) e sem (S) Agrobio, e cultivado com “Smooth Cayenne”.

Fósforo

Os teores de P no solo variaram com as quantidades de restos ($p < 0,01$), com a forma de aplicação dos restos ($p < 0,05$), com a profundidade ($p < 0,01$) e com a época de

amostragem ($p < 0,01$), com a interação da forma de aplicação dos restos e da aplicação de Agrobio ($p < 0,01$), com a interação das quantidades de restos e da profundidade de amostragem ($p < 0,01$), com a interação da profundidade e época de amostragem ($p < 0,01$), e com a interação de doses, profundidade e época ($p < 0,01$).

Os valores médios dos teores de P variaram entre 8,42, 11,0 e 11,3 mg/kg quando se adicionou 0, 30, e 60t/ha de restos, respectivamente, não havendo diferença estatística entre as doses de 30 e 60t/ha. Entretanto, quando aplicados superficialmente proporcionaram teores significativamente superiores.

Aos 210 dias, os teores de P observados foram significativamente superiores aos teores observados aos 330 dias, que se equivaleram aos teores obtidos aos 450 dias. Esta variação em função da época (Figura 9A) foi significativa apenas na camada de 0-10cm, onde observou-se que os teores de P para os tratamentos com 30 e 60t/ha são estatisticamente iguais, mas superiores aos testemunhas. A concentração de P, segundo Singh e Shekhar (1989), similarmente ao N, aumenta com o progresso da decomposição, reduzindo no tempo em que esta se completa, caso não haja novo aporte de restos da cultura.

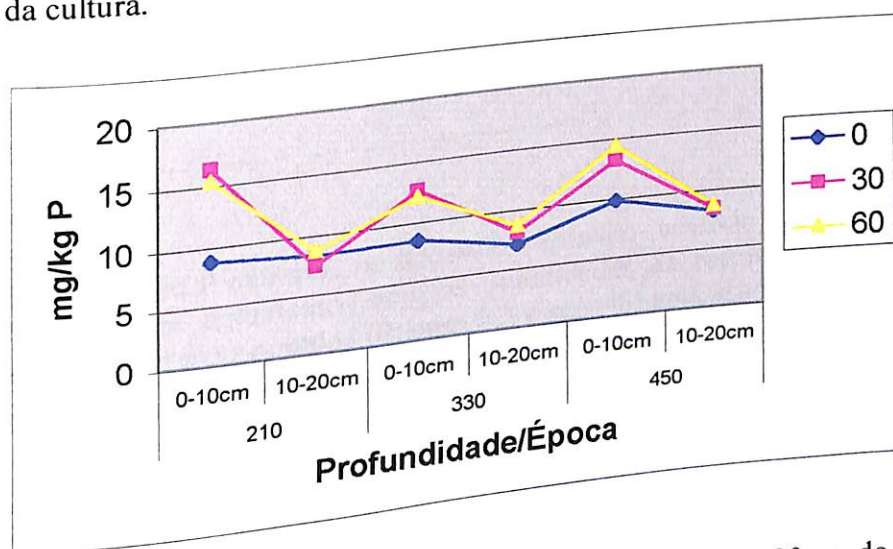


Figura 9A. Teores de P extraível nas camadas de 0-10 e 10-20cm do latossolo vermelho amarelo, em diferentes épocas de amostragem, submetido a quantidades de restos culturais do abacaxizeiro (0, 30, e 60t/ha) e cultivado com "Smooth Cayenne".

O efeito dos restos vegetais sobre a dinâmica do P extraível do solo depende do tipo de resíduo e da quantidade adicionada ao solo. Neste contexto, Berton e Pratt, (1997), adicionando diversos tipos de restos vegetais, lodo de esgoto, e esterco de curral ao solo, nas doses de 4, 8, 12 e 16g/kg de solo, verificaram uma redução na capacidade de sorção de fósforo no solo, com exceção da palha de cevada nas doses de 4 e 8g/kg. Então, a redução dos teores aos 330 dias, e sua equivalência com os teores obtidos aos 450 dias, indicam que a decomposição dos restos atingiu seu máximo antes dos 330 dias após a adição dos restos.

Considerando que os restos foram aplicados superficialmente e incorporados a 10cm, e à semelhança do que ocorre no sistema de plantio direto, os teores de fósforo na camada superficial do solo são mais elevados, devido à sua imobilidade, e à baixa solubilidade dos compostos de fósforo (Selles et al., 1997). A adição de Agrobio proporcionou aumentos significativos nos teores de P quando os restos foram

incorporados (Figura 9B). Ao contrário, sem a adição de Agrobio, a aplicação superficial conduziu a teores mais elevados.

O Agrobio pode ter contribuído para o aumento da diversidade de microrganismos, ter fornecido H^+ e ácidos orgânicos, que favoreceram a solubilização deste nutriente.

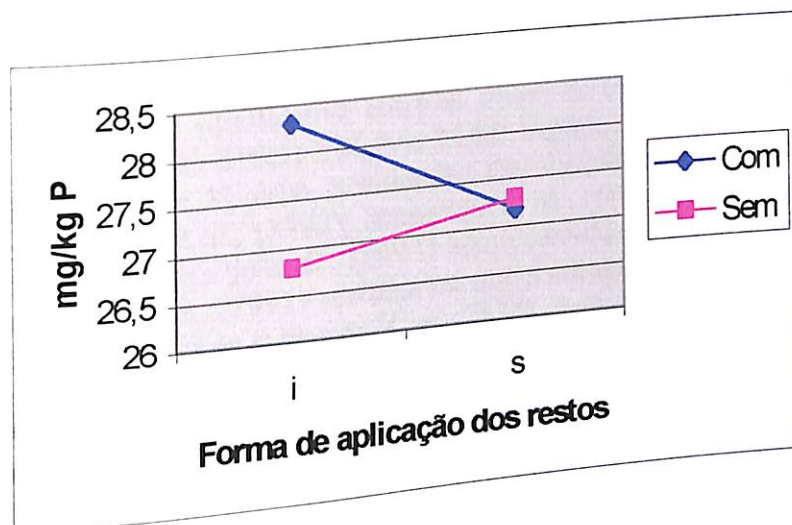


Figura 9B. Teores de P extraível no latossolo vermelho amarelo cultivado com o cv. Smooth Cayenne nos tratamentos com as quantidades de restos culturais aplicados superficialmente (s) e incorporados (i), com (C) e sem (S) aplicação de Agrobio.

Apesar dos baixos teores de fósforo nos restos culturais do abacaxizeiro (1,1g/kg), a adição deles resultou em aumentos nos teores de P no solo, que foram observados também por Larson et al., (1972) ao trabalhar com resto de caule de milho e alfafa, e por Kretzschmar et al., (1991) e por Hafner et al., (1993) com palha de milho. A ausência de diferença significativa na concentração de fósforo do solo pela incorporação de 0,4, 10, 20 e 40t/ha de palha de arroz, foi observada por Camargo et al., (1995).

Segundo Pavan et al., (1997), em cafezal adensado, o teor de matéria orgânica do solo é aumentado devido ao maior e contínuo aporte de folhas, galhos, restos da vegetação espontânea, e exudatos. Esta circunstância cria condições em que o fósforo adicionado ao solo permanece por mais tempo na forma disponível para as plantas ($H_2PO_4^-$), representado pelo fósforo-lábil. Este efeito, segundo os referidos autores, é decorrente do aumento de pH, da concentração de ânions orgânicos, e da conseqüente neutralização de Fe e Al.

Devido a sua insolubilidade e alta capacidade de sorção no solo, o suprimento de P pode ser o maior fator limitante ao crescimento das plantas (Marchener, 1995). Assim, a adição de restos vegetais pode desencadear mecanismos, independente do aumento do teor no solo, que favorecem a sua disponibilidade para as plantas. Entre eles está o fornecimento extra de C para a atividade das micorrizas, a liberação de H^+ e ácidos orgânicos para solubilizar fósforo inorgânico (Jones, 1998).

Desta forma, a adição dos restos, além de contribuir com a adição de fósforo ao solo, reduz a sua imobilização para formas menos solúveis, e melhora a eficiência de uso do P oriundo do fertilizante.

Os teores de K no solo variaram com as quantidades de restos ($p < 0,01$), com a época de amostragem ($p < 0,01$), com a interação das doses, forma de aplicação de restos, e aplicação de Agrobio ($p < 0,01$), com a interação das quantidades de restos e época de amostragem ($p < 0,01$), com a interação de profundidade e época de amostragem ($p < 0,01$), e com a interação da forma de aplicação dos restos, profundidade, e época de amostragem ($p < 0,05$).

Houve diferença significativa entre as doses de 60, 30, e 0t/ha de restos, com teores de K da ordem de 210,3; 191,9; e 128,2 mg/kg, respectivamente. O aumento crescente dos teores de K, com o aumento das quantidades de restos vegetais, foi observado por Larson et al., (1972), Morachan et al., (1972), independente do tipo de vegetal usado, e por Camargo et al., (1995) incorporando palha de arroz.

Kretzschmar et al., (1991) verificaram que a manutenção da palha de milho no campo de cultivo elevou os teores de K em 32,9%, e Hafner et al., (1993), comparado aplicação de palha de milho, associada ou não a fertilizantes, observaram que a adição de palha promoveu aumento de 38% nos teores de K.

Quando as quantidades de restos, a forma de aplicação dos restos e a aplicação Agrobio foram relacionadas, não houve diferença significativa entre os testemunhas, e nem entre os tratamentos com 60t/ha (Figura 10 B); entretanto, no tratamento com 30t/ha de restos incorporados ao solo, mais agrobio, obteve-se um aumento significativo no teor de K.

Observou-se ainda, frente à deposição dos restos na superfície do solo e à associação com Agrobio, que os teores de K nos tratamentos com restos foram superiores aos testemunhas, e iguais entre si, fato que descarta um aumento de teor promovido pela adição de K proveniente do Agrobio. Este resultado sugere que o Agrobio favoreceu a decomposição dos restos incorporados, pois, quando estes foram incorporados sem a aplicação de Agrobio, os teores de K foram similares ao tratamento Cs (restos superficiais mais Agrobio). A adição de Agrobio nos tratamentos com restos superficiais conduz à hipótese de que, devido às oscilações da umidade, a aplicação de Agrobio pode ter causado um gradiente de concentração de sais que prejudicou a atuação dos microrganismos (Figuras 10 A e 10C).

A variação temporal em função das doses obedeceu à seguinte dinâmica: aos 210 dias, os teores de potássio aumentaram significativamente com o aumento das quantidades de restos. Aos 330 dias, os teores de K se mantiveram superiores aos testemunhas, e os tratamentos com 30 e 60t/ha de restos se equivaleram. Esta tendência observada aos 330 dias permaneceu aos 450 dias, porém, com redução nos teores de K em relação às épocas de amostragem anteriores. Esta redução nos teores de K aos 450 dias indica que ocorreu redução no processo de decomposição, aumento na lixiviação para as camadas inferiores, e consumo pela cultura.

Os teores de K no solo seguiram a mesma tendência dos teores de P, quanto à época de amostragem. Todavia, segundo Singh e Shekhar (1989), a redução no estoque de K no material vegetal é mais rápida do que a redução no estoque de N e P, e isto se mantém durante todo o período de avaliação.

As variações obtidas quanto à forma de aplicação dos restos, nas diferentes épocas e profundidades de amostragem (Figura 10B), demonstram, através dos maiores teores na camada de 10-20cm, aos 210 e 330 dias, que houve lixiviação de potássio oriundo da adição via fertilizante, e principalmente, da mineralização do material

adicionado, uma vez que o fertilizante foi colocado na bainha das folhas. As reduções significativas constatadas aos 450 dias reforçam esta justificativa.

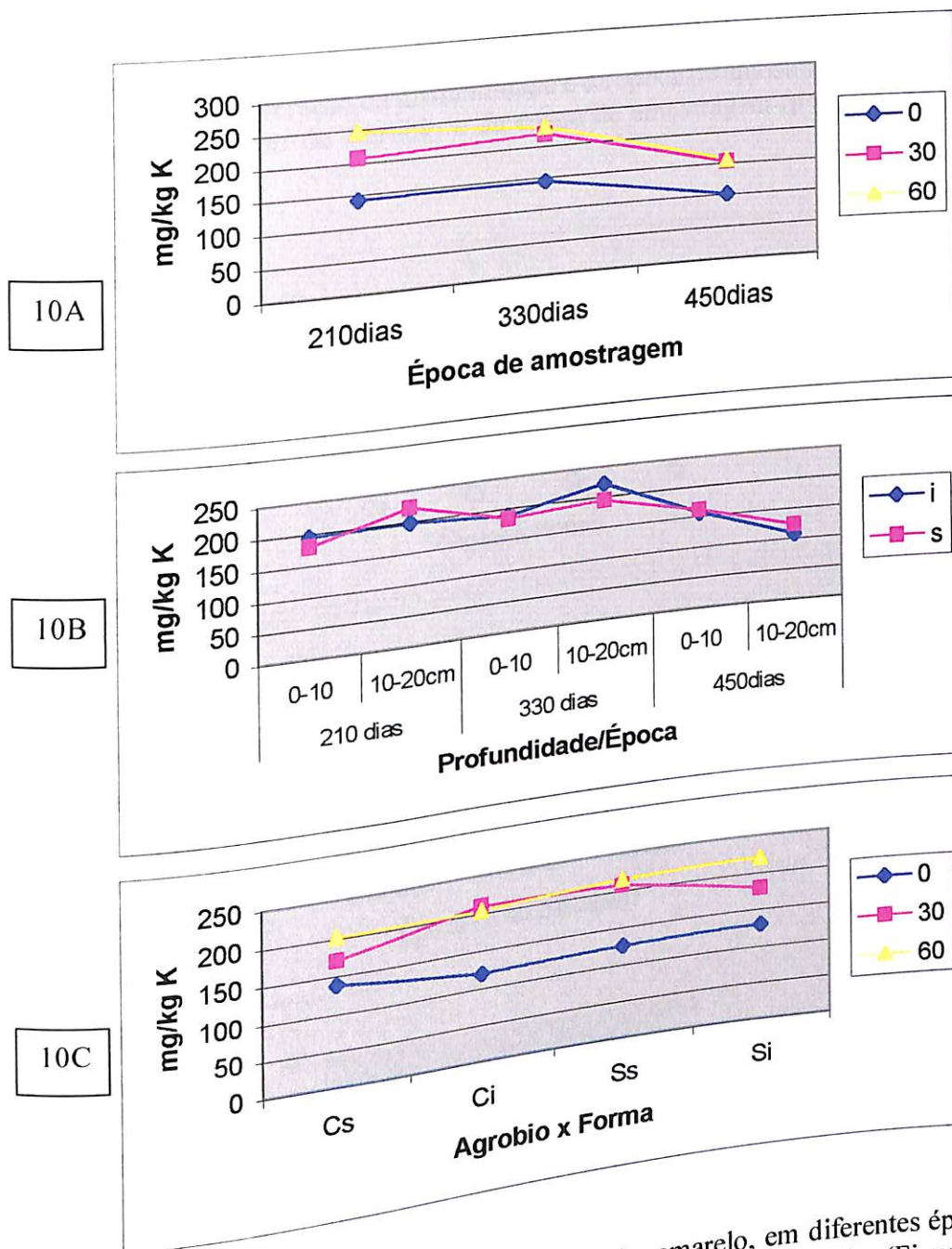


Figura 10. Teores de K trocável do latossolo vermelho amarelo, em diferentes épocas de amostragem submetidos a quantidades de restos culturais do abacaxizeiro (Figura 10A), incorporados (i) ou aplicados superficialmente (s) camadas de 0-10 e 10-20 cm (Figura 10B), com (C) e sem (S) Agrobio (Figura 10C), e cultivado com "Smooth Cayenne".

Cálcio

Com relação aos teores de Ca no solo, este foi influenciado pelas quantidades de restos (p<0,01), pela profundidade (p<0,01) e pela época (p<0,01) de amostragem, de restos (p<0,01), pela profundidade (p<0,01) e pela época (p<0,01) de amostragem, pela interação da aplicação de Agrobio e forma de aplicação dos restos (p<0,05), pela interação das quantidades de restos, da forma de aplicação dos restos, e da aplicação de Agrobio (p<0,05), pela interação da profundidade e da época de amostragem (p<0,01), e pela interação da aplicação de Agrobio e da época de amostragem (p<0,01) (Figura 11).

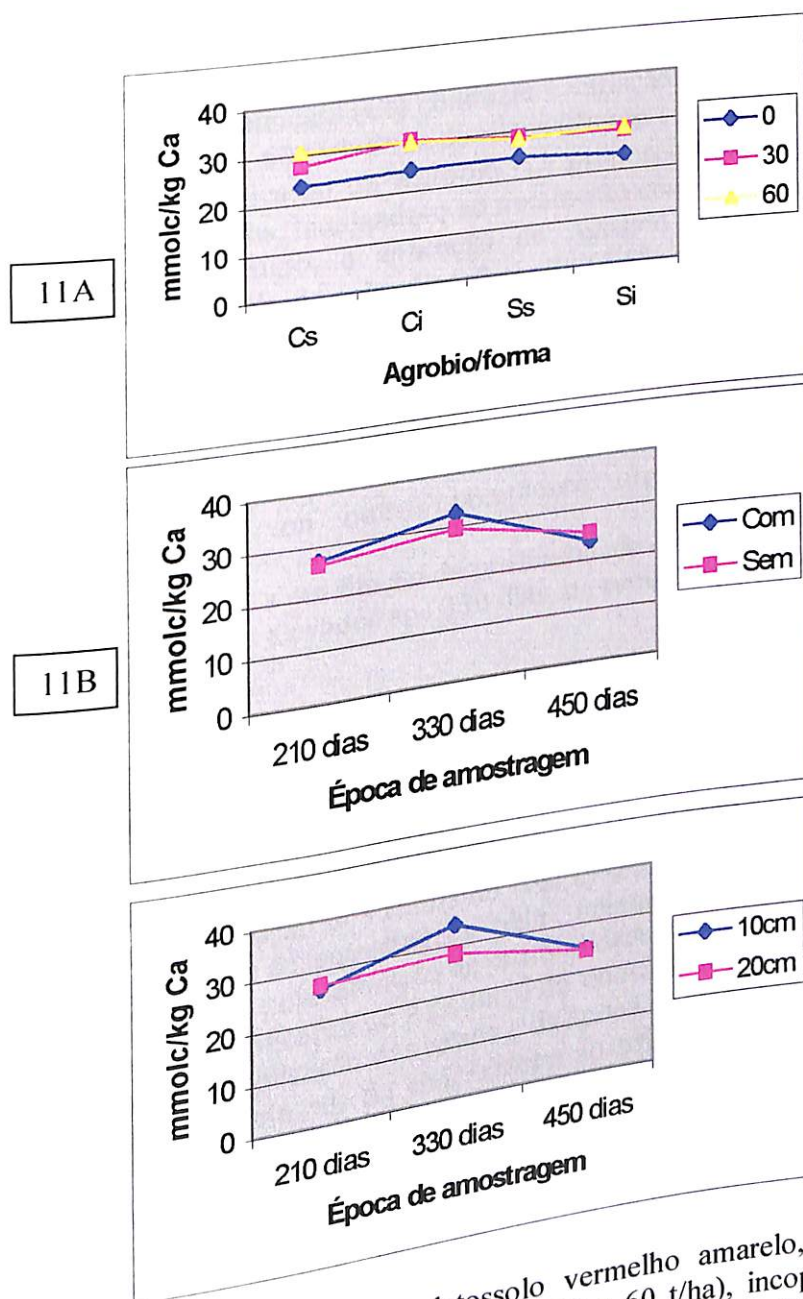


Figura 11. Teores de Ca trocável do latossolo vermelho amarelo, submetido a quantidades de restos culturais do abacaxizeiro (0,30 e 60 t/ha), incorporados (i) ou aplicados superficialmente (s) ou aos solo (C) e sem (S) Agrobio (Figura 11A), em diferentes épocas de amostragem (Figura 11B), nas camadas de 0-10 e 10-20cm (Figura 11C), e cultivado com "Smooth Cayenne".

As doses de 30 e 60t/ha de restos conduziram a teores estatisticamente iguais de cálcio no solo, porém superiores aos testemunhas. Neste sentido, Kretzschmar et al., (1991) verificaram que a manutenção da palha de milho no campo de cultivo elevou os teores de cálcio em 43,5%, e Hafner et al., (1993) verificaram que a aplicação de palha de milho e de fertilizante promoveram aumentos de 38,7%, e 32,3% nos teores de Ca, respectivamente.

Quando Hafner et al., (1993) comparou a adição, no solo, de fertilizantes com a adição fertilizantes mais palha, foram obtidos aumentos inerentes à adição da palha, da ordem de 61,8% para os teores de Ca.

A aplicação de Agrobio e a forma de aplicação dos restos não promoveram variações significativas nos teores de Ca dos tratamentos testemunhas, mas a sua adição aos restos aplicados superficialmente (Cs) conduziu a variação significativa nos teores, para as diferentes doses, isto é, 60>30>0t/ha de restos (Figura 11 A). No tratamento com restos incorporados (i), a aplicação de Agrobio (C) proporcionou maiores teores de cálcio no tratamento com 30t/ha, igualando-o ao tratamento com 60t/ha de restos.

Com o passar do tempo, a aplicação de Agrobio levou a um aumento significativo nos teores de cálcio do solo, da ordem de 16,8% aos 330 dias, seguido de uma redução de 29,13% aos 450 dias. Os valores médios aos 450 dias de amostragem foram estatisticamente inferiores aos teores observados aos 210 dias. Aos 330 dias, os teores de Ca nos tratamentos sem Agrobio foram menores (Figura 11B). A redução aos 450 dias pode ser atribuída ao estímulo à mineralização dos restos com conseqüente absorção pelas plantas, utilização pelos animais do solo, formação de fulvato e humato de cálcio (Oliveira 1990), ou outros complexos organo-metálicos insolúveis (Peixoto, 1997).

Quanto aos teores de Ca em função da profundidade e da época de amostragem (Figura 11C), eles foram mais elevados aos 330 dias, na camada 0-10cm.

Magnésio

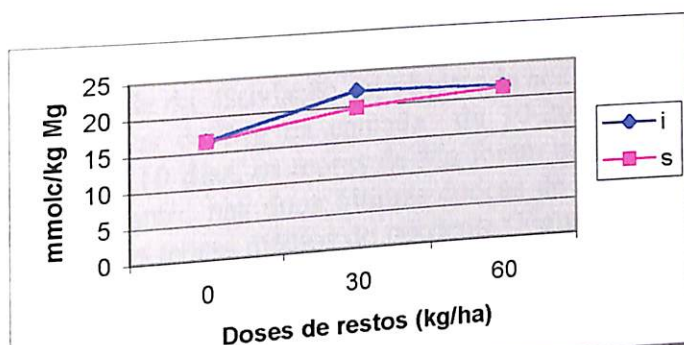
Os teores médios de Mg no solo foram influenciados pelas quantidades de restos ($p<0,01$), pela forma de aplicação dos restos no solo ($p<0,05$), pela profundidade ($p<0,01$) e pela época ($p<0,01$) de amostragem, pela interação das doses e forma de aplicação dos restos ($p<0,05$), pela interação da profundidade e da época de amostragem ($p<0,01$), pela interação da aplicação de Agrobio e da época de amostragem ($p<0,01$), e pela interação da forma de aplicação dos restos e da época de amostragem ($p<0,01$).

A adição dos restos culturais do abacaxizeiro ao solo, nas doses de 30 (20,96 mmol_e Mg/kg) e de 60 t/ha (21,5mmol_e Mg/kg), aumentou os teores médios de Mg no solo, em níveis significativamente superiores aos tratamentos testemunhas (16,41mmol_e Mg/kg).

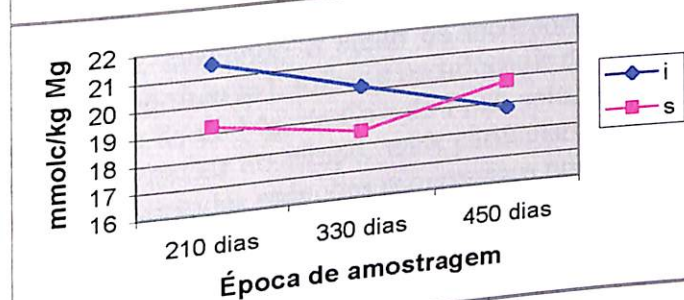
Consideráveis aumentos em experimentos de longa duração foram verificados, tanto por (Kretzschmar et al., 1991) quanto por Hafner et al., (1993), no tocante à manutenção da palha de milho no campo de cultivo, o que elevou os teores Mg em 42,9% e 53,8%, respectivamente.

No geral, a incorporação dos restos pela intensificação da decomposição e melhoria da CTC do solo proporcionou maiores teores médios do nutriente, comparativamente aos restos aplicados superficialmente (Figura 12 A).

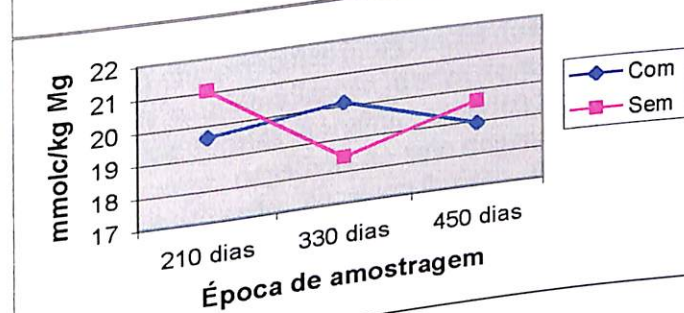
12A



12B



12C



12D

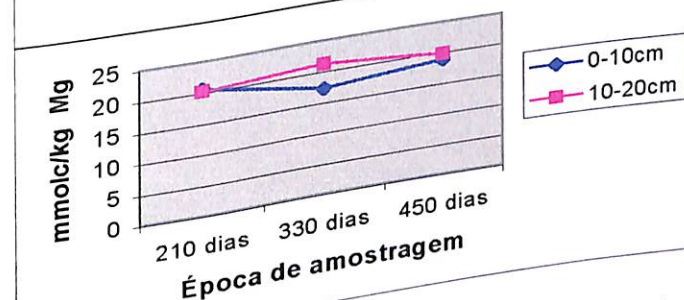


Figura 12. Teores de Mg trocável do latossolo vermelho amarelo, submetido a quantidades de restos culturais do abacaxizeiro (0, 30, e 60t/ha), incorporados (i) ou aplicados superficialmente ao solo (s) (Figura 12A), em diferentes épocas de amostragem (Figura 12B), com (C) e sem (S) Agrobio (Figura 12C) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm (Figura 12D), e cultivado com o "Smooth Cayenne".

Particularizando-se as quantidades de restos, a diferença entre a forma de aplicação dos restos foi significativa apenas para os tratamentos com 30t/ha (Figura 12A). Isto se deve, possivelmente, porque quando aplicados superficialmente e em menores doses, os restos ficaram sujeitos a oscilações de temperatura e umidade, que prejudicam a ação dos organismos decompositores, conforme abordado anteriormente.

Em se tratando de um nutriente muito sujeito à lixiviação no solo, os teores encontrados na camada de 10-20 cm foram estatisticamente superiores àqueles da camada de 0-10 cm (Figura 12 D). A evidência da lixiviação foi observada aos 330 dias, quando foram constatados os maiores teores de Mg na camada de 10-20 cm. Esta tendência se manteve aos 450 dias. Aos 210 dias, os teores de Mg foram mais elevados do que aos 330, e aos 450 dias. Entretanto, nas duas últimas épocas de amostragem não houve diferença significativa entre os teores médios do nutriente (Figura 12C).

A adição de Agrobio promoveu ligeiro aumento no teor de Mg, dos 210 para os 330 dias (Figura 12 C, com redução aos 450 dias, enquanto que nos tratamentos sem Agrobio houve uma queda significativa aos 330 dias, seguida de elevação aos 450 dias.

Finalizando, respaldam-se os presentes resultados com as constatações de McIntyre et al., (2000), que, avaliando o efeito da incorporação de caule de milho misturado com gramínea (*Paspalum sp*), folhas e pseudocaule de bananeira, observaram aumentos nos teores de C, de K, de Mg, de Ca e de P, no solo, três anos e cinco meses de adição dos restos. Com o passar do tempo, mais particularmente seis meses após a primeira avaliação, foram observadas reduções progressivas nos tratamentos em que os restos foram aplicados superficialmente, bem como aumentos nos tratamentos nos quais os restos foram incorporados, seguidos de reduções sete meses depois. Nos tratamentos com restos incorporados, os teores foram sempre inferiores àqueles obtidos nos tratamentos com os restos aplicados superficialmente.

O Ca, o K, e o Mg são componentes inorgânicos dos restos vegetais depositados na superfície do solo. Com a mineralização destes restos vegetais, os cátions são liberados na solução do solo nas formas inorgânicas, podendo ser absorvido novamente pelas raízes ou adsorvidos às cargas negativas do solo dependente do pH, ou até mesmo lixiviados. Portanto, na quantificação da contribuição dos restos vegetais nestes nutrientes, deve-se levar em conta estes fatores.

2.4 CONCLUSÃO

Os tratamentos usados no presente trabalho proporcionaram melhorias na qualidade do solo pela manutenção de maiores teores de restos vegetais, pela maior densidade de animais da mesofauna edáfica, pelo aumento dos teores de carbono orgânico, distribuído em ordem decrescente nas frações humina, ácido fúlvico, ácido húmico e ácido fúlvico livre, e pelo aumento nos teores de fósforo, de potássio, de cálcio, de magnésio, e nos valores de pH.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTON, R. S.; PRATT, P. F. Evolution of phosphorus requirement by the sorption isotherm technique in soils amended with organic materials. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.199-206, 1997.
- BLAIR, M.; CROSSLEY, D. A.; RIDER, S. Effect of naphthalene on microbial activity and nitrogen pools in soil-litter microcosms. *Soil Biology e Biochemistry*, v.21, p.507-510, 1989.
- BRADGETT, R. D.; WHITTAKER, F. B.; FRANKLAND, J. C. The diet and food preferences of *Onychiurus proacampatus* (Collembola) from upland grassland soils. *Biology and Fertility of Soils*, v.16, p. 296-298, 1993.
- CALDEIRA, D. S. A. *Cinética da degradação de compostos orgânicos no solo*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997. 69 p. (Dissertação de Mestrado).
- CAMARGO, F. A. O.; SANTOS, G. A.; ROSSIELO, R. O. P.; ZONTA, E. Acúmulo de nutrientes pelo arroz influenciado pela incorporação de palha em Gleissolo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 19, p. 243-247, 1995.
- CARVALHO, V. D.; CLEMENTE, P.R.; CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, J. G. Estudo dos componentes químicos de frutos e parte vegetativa do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.) visando aproveitamento industrial. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.3, p.11-14, 1981.
- CRISTENSEN, B. T. Physical fractionation for soil and organic matter in primary particle size and density separates. *Advance Soil Science*, v. 20, p. 1-90, 1992.
- CERRI, C. C. *Dinâmica da matéria orgânica do solo no agroecossistema cana-de-açúcar*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 1986. 197p. (Tese Livre Docência).
- CERRI, C. C.; VOLKODD, V. ; EDUARDO, B. P. Decomposição de matéria orgânica maracada com ^{14}C e formação de biomassa microbiana em solo ácido do município de Piracicaba, SP, Brasil. In: COLÓQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, Piracicaba, SP, 1982. *Anais...* Piracicaba, SP, editor, 1982, p. 137-40.
- CONYERS, M. K.; UREN, N. C.; HELYAR, K. R. Causes of changes in pH in acidic mineral soils. *Soils Biology & Biochemistry*, v.27, p.1383-1392, 1995.
- CORREIA, M. E. F. *Organização da comunidade de macroartrópodos edáficos em um ecossistema de mata atlântica de tabuleiro, Linhares (ES)*. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994, 79p. (Dissertação de Mestrado).

CORRELA, J. F.; LANG, T. A.; GALLAHER, R. N. Soil humic and fulvic acid contents associated with cropping system, tillage and soil type. *American Society of Agronomy*. In: AGRONOMY ABSTRACTS, Madison, p. 234, 1990.

CUNHA, G. A. P. da; RINHARDT, D. H. R. C. *A cultura do abacaxi*. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMF, 1987. p. 27. (EMBRAPA-CNPMF. Documento 22).

DIDDEN, W. A. M.; MARINISSEN, J. C. Y.; VREEKEN-BUIJS, M. J.; BURGERS, S. L. G. E.; FLUITER, R. de; GEURS, M.; BRUSSARD, L. Soil meso- and microfauna in two agricultural systems: factors affecting population dynamics and evaluation of their role in carbon and nitrogen dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 51, p. 171-186, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual e métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1997, 212p.

EVANS, J. O. Soils sludge assimilators. *Compost Science*, v. 14, p. 16-21, 1973.

FASSBENDER, H. W. Componentes orgânicos da fase sólida do solo. In: *Química do Solo*. Editorial IICA. Editora Matilde de la Cruz, 1975, p. 66-104.

FAVRETTO, M. R.; PAOLETTI, M. G.; CAPORALI, F.; NANNIPIERI, P.; ONNIS, A.; TOMEI, P. E. Invertebrates and nutrients in a Mediterranean vineyard mulched with subterranean clover (*Trifolium subteraneum* L.). *Biology and Fertility of Soil*, v. 14, p. 151-158, 1992.

GEIGER, S. C.; MANU, A.; BATIONO, A. Changes in Sandy Sahelian soil following crop residue and fertilizer additions. *Soil Science Society American Journal*, v. 56, p. 172-177, 1992.

GREB, B. W.; BLACK, A. L.; SMIKA, D. E. Straw buildup in soil with stubble mulch fallow in the semiarid Great plains. *Soil Science of America Proceedings*, v. 38, p. 135-136, 1974.

GUPTA, R. D.; TRIPATHI, B. R.; BANERJEE, S. K. Composition and nature of humus in some soils of North-West Himalayas as influenced by vegetation, climate and parent rock. *Journal Indian Society Soil Science*, v. 30, p. 468-476, 1982.

HAFNER, H.; GEORGE, E.; BATIONO, A.; MARSCHNER, H. Effect of crop residues on root growth and phosphorus acquisition of pearl millet in acid sandy soil in Niger. *Plant and Soil*, v. 150, p. 117-127, 1993.

HANLON, R. D. G.; ANDERSON, J. M. Influence of macroarthropod feeding activities on microflora in decomposing oak leaves. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 12, p. 255-261, 1981.

HENDRIX, P. F.; COLEMAN, D. C.; CROSSLEY JR, D. A. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Ecology and Environmental Policy*, v. 41, p. 63-83, 1992.

- HENDRIX, P. F.; PARMELLE, R. W.; CROSSLEY, D. A.; COLEMAN, D. C.; ODUM, E. P.; GROFFMAN, P. M. Detritus food webs in conventional and no-tillage agroecosystems. *BioScience*, v. 36, p.374-380, 1986
- HOYT, P. B.; TURNER, R. C. Effect of organic materials added to very acid soils on pH, aluminum, exchangeable NH_4 , and crop yields. *Soil Science*, v. 119, p. 227-237, 1975.
- HUNT, H. W.; COLEMAN, D. C.; INGHAM, E. R.; INGHAM, R. E.; ELLIOT, E. T.; MOORE, J. C.; ROSE, S. L.; REID, C. P. P. A.; MORLEY, C. R. The detrital food web in a short grass prairie. *Biology and Fertility of Soil*, v. 3, p. 57-68, 1987.
- JONES, D. L. Organic acids in the rizosphere- a critical review. *Plant and Soil*, v.205, p.25-44, 1998.
- KRETZSCHMAR, R. M.; HAFNER, H.; BATIONO, A.; MARSCHNER, H. Long and short-term of crop residues on aluminum toxicity phosphorus availability and growth of pearl millet in acid sandy soil. *Planta and soil*, v.136, p.215-223, 1991.
- LASSUS, C. Composição dos resíduos vegetais em um solo manejado com nove sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 14, p. 375-380, 1990.
- LARSON, W. E.; CLAPP, C. E.; PIERRE, W. H.; MORCHAN, Y. B. Effect of increasing amounts of organic residues on continuous corn: II. Organic carbon, nitrogen, phosphorus and sulfur. *Agronomy Journal*, v. 64, p.204-298, 1972.
- MAFFIA, L. A. *Sobrevivência de Fusarium momiliforme Sheld. var.subglutinans wr. e Rg. No solo em restos culturais e sua erradicação de mudas de abacaxi (Ananas comosus, (L) Merrill) através de tratamento térmico*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1977, p.89. (Dissertação de Mestrado).
- MATOS, A. P. de. Epidemiologia da fusariose do abacaxi. *Informe Agropecuário*, v.11, p.46-49, 1985.
- MARCHENER, H. *Mineral Nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 1995.
- MARTENS, D. A. Plant residue biochemistry regulates soil carbon cycling and carbon sequestration. *Soil Biology & Biochemistry*, v.32, p. 361-369, 2000.
- McCONEL, J. S.; McCONNEL, R. M.; MITCHELL, C. C.; MILLER, D. W. Characterization of humic and fulvic acid fractions of soils in continuous cotton and cotton rotations. *American Society of Agronomy*, In: AGRONOMY ABSTRACTS, Madison, p. 234, 1990.
- MCINTYRE, B. D.; SPEIJER, P. R.; RIHA, S. J.; KIZITO, F. Effect of mulching on biomass, nutrients, and soil water in banana inoculated with nematodes. *Agronomy Journal*, v. 92, p.1081-1085, 2000.

- MELO, W. J. MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELLI, R. A.; LEITE, S. A. S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.18, p. 449-455, 1994.
- MENDONÇA, E. S. *Matéria orgânica e características químicas de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob mata natural, seringueira e pastagem*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1988, 78p. (Dissertação de Mestrado).
- MENDONZA, H. N. S.; LIMA, E.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, L. A.; CEDDIA, M. B.; ANTUNES, M.V.V. Propriedades químicas e biológicas de solo de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e em queima da palhada. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 24, 201-207, 2000.
- MIYASAWA, M.; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 17, p. 411-416, 1993.
- MOORE, J. C.; INGHAM, E. R.; COLEMAN, D. C. Inter-and intraspecific feeding selectivity of *Folsomia candida* (Willem) (Collembola, Isotomidae) on fungi. *Biology and Fertility of Soils*, v. 5, p. 6-2, 1987.
- MORACHAN, Y. B.; MOLDENHAUER, W. C.; LARSON, W. E. Effects of increasing amounts of organic residues on continuous corn. I. Yields and soil physical properties. *Agronomy Journal*, v.61, p.199-203, 1972.
- MUKHOPADHYAY, N.; GUKPTA, S. K.; BANERJEE, S. K. Forms and distribution of humic and fulvic acid components in soils under deciduous and coniferous forests. *Journal Indian Society Soil Science*, v. 30, p 477-83, 1982.
- NASCIMENTO, V. M.; MELO, W. J.; NEPTUNE, A. M. L. Efeitos da rotação de cultua sobre as frações da matéria orgânica de um latossolo sob vegetação de cerrado. *Científica*, v. 16, p. 13-19, 1988.
- OADES, J. M. The retention of organic matter in soils. *Biogeochemistry*, v. 5, p. 35-70, 1988.
- OLIVEIRA, M. A. de; COUTO, F. A. A. Uso dos restos culturais do abacaxizeiro na Alimentação bovina. *Informe Agropecuário*, v.11, p.76-78, 1991.
- OLIVEIRA, A. M. G. de. *Evolução da matéria orgânica, modificações no pH e alumínio trocável a partir da adição de substratos orgânicos e calcário em um Latossolo*. Seropédica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990, 120p. (Dissertação de Mestrado).
- PARR, J. F. Chemical and biological considerations for land application agricultural land municipal wastes, In: FAO. *Organic materials as fertilizers*. Rome: 1975, p.227-251. (FAO/ Soils Bulletin, 27).
- PAULA, M. B. de; CARVALHO, J. G. de; NOGUEIRA, F. D.; SILVA, C. R. de R. Exigências nutricionais do abacaxizeiro. *Informe Agropecuário*, v.11, p.27-31, 1985.

- PAUL, E. A.; ROBERTSON, G. P. Ecology and the agricultural science: a false dichotomy? *Ecology*, v. 70, p.1594-1597, 1989.
- PAUL, K. I.; BLACK, A. S.; COMYERS, M. K. Effect of plant residue return on the development of surface soil pH gradients. *Biology Fertility Soils*, v. 33, p. 75-82, 2001.
- PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A. *Cultura do cafeeiro: o sistema adensado e a melhoria da fertilidade do solo*. Piracicaba: POTAFÓS, p.1-7. 1997. (Informações Agrônômicas, n. 8).
- PINHEIRO, L. B. A. *Estudo da macrofauna de solos cultivados com cana-de-açúcar, sob diferentes manejos de colheita crua e queimada*. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996. 100p. (Dissertação Mestrado).
- PIZAURO JR, J. M.; MELO, W. J. Influência da incorporação da parte aérea de sorgo ou lablabe nas frações da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho-Escuro. *Revista Brasileira de Solos*, v. 19, p. 95-103, 1995.
- PUIG-GIMENEZ, M. H.; CHASE, F. E. Laboratory studies of factors affecting microbial degradation of wheat straw residues in soil. *Canadian Journal of Soil Science*, v. 64, p. 9-19, 1984.
- REDDY, M. V.; REDDY, V. R.; YULE, D. F.; COGLE, A. L.; GEORGE, P. J. Decomposition of straw in relation to tillage, moisture, and arthropod abundance in a semi-arid tropical Alfisol. *Biology and Fertility of Soil*, v.17, p. 45-50, 1994.
- RIVIERA, C. J. E.; BASTADO, H. Decomposicion de componentes lignocelulosicos en inundables de los llanos venezolanos. In: COLÓQUIO REGIONAL SOBRE A MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, Piracicaba, SP, 1982, *Anais...* Piracicaba, SP, ESALQ, 1982, p. 59-64.
- ROBERTSON, L. N.; KETTLER, B. A.; SIMPSON, G. B. The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 48, p.149-156, 1994.
- SANTOS, G. de A. *Contribution a l'étude des interactions matière organique et phosphore dans un sol ferrallitique*. Nancy, France, I.N. P.L, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, 1984. 147 p. (Tese Doutorado).
- SANTOS, G. de A.; OLIVEIRA, A. M. G. Métodos de extração e dosagem das frações húmicas. UFRRJ. INSTITUTO DE AGRONOMIA. Departamento de Solos, 1986. 18p. (Tradução-Apostila).
- SASTRIQUES, F. O. *La materia orgánica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba*. Havana:Ed. Academia de Ciencias de Cuba., 1982, 136p.
- SIDIRAS, N.; HENKLAN, J. C.; DERPSCH, R. Comparison of three different tillage system with respect to aggregate stability, the soil and water conservation and the yields of soybean and wheat on oxisol. *Journal Agronomy Crop Science*, v.151, p.137-148, 1982.

- SINGH, K. P.; SHEKHAR, C. Weight loss relation to environmental factors during the decomposition of maize and wheat roots in a seasonally-dry tropical region. *Soil Biology & Biochemistry*, v.21, p. 73-80, 1989.
- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A. A. *Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Brasília, Ministério da Educação e Cultura, 1988. 236p.
- SEASTED, T. R.; CORSSLEY, D. A. JR. Nutrients in forest litter treated with naphthalene and simulated throughfall: A field microcosm study. *Soil Biology & Biochemistry*, v.15, p. 159-165, 1983.
- SELLES, R.; KOCHANN, R. A.; DENARDIN, J. E.; ZENTNER, R. P.; FAGANELLO, A. Distribution of phosphorus fractions in a Brazilian Oxisol under different tillage systems. *Soil Tillage Research*, v. 44, p. 23-34, 1997.
- SETALÄ, H.; MARSHALL, V. G.; TROFYMOW, J. A. Influence of body size of soil fauna on litter decomposition and ^{15}N uptake by poplar in pot trial. *Soil Biology & Biochemistry*, v.28, p.1661-1675, 1996.
- SOEREDER, J. H.; MEGURO, N.; DELITTI, W. B. C. Efeito da substituição da cobertura vegetal natural na fauna de artrópodes de serapilheira. *Ciências e Cultura*, v. 42, p. 76-78, 1990.
- SORENSEN, L. H. Studies on the decomposition of ^{14}C -labeled barley straw in soil. *Soil Science*, v. 95, p.147-149, 1963.
- STEVENSON, F. J. *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. 2. Ed. New York: J. Wiley, 1994. 469p.
- STOTT, D. E.; ELLIOTT, L. F.; PAPENDICK, R. I.; CAMPBELL, G. S. Low temperature and low water potential effects on microbial decomposition of wheat residue. *Soil Biology & Biochemistry*, v.18, p.577-582, 1986.
- VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Humus em solos da floresta amazônica na região do Rio Madeira. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 5, p. 15-21, 1981.
- VERHOEF, H. A.; BRUSSARD, L. Decomposition and nitrogen mineralization in natural and agro-ecosystems: the contribution of soil animals. *Biogeochemistry*, v. 11, p. 175-211, 1990.
- WILLIAMS, C. H. Soil acidification under clover pastures. *Australian Journal Experimental Agriculture*, v.20, p.561-567, 1980.

CAPÍTULO III

**EFEITOS DO MANEJO DOS RESTOS CULTURAIS DO ABACAXIZEIRO
SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA PLANTA E A QUALIDADE DO FRUTO.**

RESUMO

Este trabalho foi realizado em condição de campo, com o objetivo de avaliar o efeito dos restos culturais de abacaxizeiro sobre a nutrição do cultivar Smooth Cayenne e a qualidade dos frutos, expressa pelo teor de macro e micronutrientes foliar, pela produção de matéria seca foliar, pelo número de mudas e de folhas, pelo peso do fruto, pelo peso e comprimento da coroa, pela acidez total titulável, pelo teor de sólidos solúveis totais, e pela relação ss/ att na polpa da fruta. As mudas, tipo filhote, foram plantadas no mês junho, em um latossolo vermelho amarelo, que recebeu 0, 30 e 60t/ha de restos de abacaxizeiro picados, aplicados superficialmente e incorporados a 10cm de profundidade, com e sem a adição do biofertilizante-Agrobio, a 10% (v/v) no momento da aplicação dos restos. A partir do terceiro mês do plantio, as parcelas com Agrobio receberam aplicações mensais na concentração de 3% (v/v). A adubação constou de 1,0g de P_2O_5 /planta, na forma superfosfato simples aplicado ao solo antes do plantio, e de sulfato de amônio e de sulfato de potássio nas recomendações de 4,0g de N e 1,2g K_2O /planta. Os teores foliares de macro e micronutrientes não variaram em função dos tratamentos. Todavia, elevados teores foliares de potássio proporcionaram baixas relações Ca/K que variaram 0,150 a 0,108, e altas relações K/Mg, da ordem 12,75 a 20,55 nos tratamentos com os restos culturais. Os tratamentos 60Ci e 60Ss proporcionaram maior produção de matéria seca foliar. Quanto ao número de folhas, os tratamentos com restos da cultura foram superiores aos testemunhas, e iguais entre si. O peso médio dos frutos variou de 1395,4 a 1625,0g em função dos tratamentos adotados. O peso e o comprimento da coroa atingiram de 19,7 a 22,2 cm, e de 236,0 a 267,3g, respectivamente. No fruto, a acidez titulável total variou de 0,56 a 0,68 g de ácido cítrico/100g de polpa, os teores de sólidos solúveis totais foram mais elevados nos tratamentos com restos atingindo de 15,1 a 16,9, com relações SST/ATT de 22,8 a 30,7.

Palavras chave: abacaxizeiro, características da planta, características do fruto.

ABSTRACT

This study was conducted in field conditions, in order to evaluate the effect of the use of crop residues of pineapple plant in the soil quality, exposure for, plant nutrition, plant characteristics, fruits characteristics and quality. The slips was planted in June, in the red yellow latosol, with residues of pineapple plant in the rates of 0,30 and 60 t/ha, placed on the surface and buried at 10cm below the surface, with and without biofertilizer-Agrobio 10%(v/v), in the moment of addition residues and sprays monthly on the 3% (v/v) after second month from the planting. The plants was fertilized, before planing, with simple superphosphate using the recommendation by 1,0g of P_2O_5 for plant, and after second month with com ammonium sulfate and potassium sulfate on the recommendation of 4,0g of N e 1,2g of K_2O per plant. The leaf values of macro and micronutrients was similar between treatments, but there was significant effect of the Ca/ K e K/Mg ratio. Increasing the rate of potassium produced reduction Ca/K ratio, and increased K/Mg ratio. The treatments 60Ci e 60Ss resulted highest leaf dry matter production, while the treatments with residues addition was highest at control, and identic between itself for leaf number. The fruit average wight varied between 1395,4 to 1625,0g. The crown weight and length changed between 19,7 to 22,2 cm, and 236,0 to 267,3g, respectively. As per the fruit chemistry characteristics, a ATT varied between 0,56 to 0,68g citric acid/100g pulp, the SST was highest in the residues treatments and varied between 15,1 to 16,9. The SST/ATT ratio varied between 22,8 to 30,7.

Key words: pineapple plant, characteristics plant, characteristics fruits.

3.1 INTRODUÇÃO

Visando a conhecer melhor os níveis foliares adequados de macronutrientes para a cultura do abacaxizeiro, Haag et al., (1963) determinaram, em solução nutritiva, que o abacaxizeiro bem nutrido deve conter 12,9 g/kg de N, 1,2g/kg de P, 22,8g/kg de K, 7,5 g/kg de Ca, e 5,4g/kg de Mg. Com o mesmo objetivo, em condição de solo e na época da colheita, Hiroce et al., (1977) obtiveram teores foliares de 12,2g/kg de N, 0,7g/kg de P, 16,9 g/kg de K, 8,9 g/kg de Ca e 4,8g/kg de Mg, 5,8mg/kg de Cu, 249,0mg/kg de Fe, 113,0mg/kg de Mn, e 13,6 mg/kg de Zn.

Teores foliares mais elevados do que os indicados anteriormente foram apresentados por Malavolta et al., (1997), quais sejam: 20,0-22,0g/kg de N; 2,1-2,3g/kg de P; 25,0-27,0 g/kg de K; 3,0-4,0 g/kg de Ca; 4,0-5,0 g/kg de Mg; 30,0-40,0 mg/kg de B; 9,0-12,0mg/kg de Cu; 100,0-200,0mg/kg de Fe 50,0-200,0mg/kg de Mn e 10,0-15,0mg/kg de Zn.

Os teores de macro e micronutrientes considerados adequados, atualmente, para o Estado de São Paulo, segundo Quaggio et al., (1996), são: 15,0-17,0g/kg de N; 0,8-1,2 g/kg de P; 22,0-30,0g/kg de K; 8,0-12,0g/kg de Ca; 3,0-4,0g/kg de Mg; 20,0-40,0mg/kg de B; 5,0-10,0mg/kg de Cu; 100,0-200,0mg/kg de Fe; 50,0-200,0mg/kg de Mn e 5,0-15,0mg/kg de Zn.

A quantidade de nutrientes extraídos varia, assim como varia a sua exigência, nos diferentes nutrientes. O potássio é o elemento mais exigido, seguido do nitrogênio. O cálcio é absorvido em menor quantidade do que o nitrogênio, e o magnésio é absorvido em maior quantidade, quando comparado ao fósforo. Entretanto, Paula et al., (1998) considera que o Ca é extraído em grandes quantidades pelo abacaxizeiro, quando comparado a outras frutíferas, tais como a bananeira, a goiabeira, e a macadâmia.

⁸Paula, citada por Paula (1985), determinou a composição química do abacaxizeiro durante o ciclo vegetativo, verificando que as folhas continham as maiores concentrações de potássio e boro. Ao mesmo tempo, constatou que no caule, as maiores concentrações eram de fósforo, cálcio e enxofre, enquanto que nos frutos, elas eram de magnésio, zinco, manganês e cobre. Confirmando os resultados de Hiroce et al., (1977), Paula concluiu que as folhas, frutos e caule continham teores semelhantes de N.

Verifica-se, pois, que o abacaxizeiro deve ser adubado generosamente para obter altos rendimentos (25 a 50t de frutos /ha), pois o seu consumo de nutrientes é alto.

As características físicas e químicas são fundamentais na comercialização do produto, tanto para o consumo *in natura* quanto para industrialização.

A qualidade dos frutos é, em parte, atribuída às qualidades físicas responsáveis pela aparência externa, destacando-se o tamanho, a forma do fruto, e a coloração da casca, e para exportação, o tamanho da coroa. São estes os requisitos básicos para a aceitabilidade ou não dos frutos pelo consumidor (Botrel e Abreu, 1994).

⁸ PAULA, M. B. de; CARVALHO, de J.G.; NOGUEIRA, F. D.; SILVA, C. R. de R. Exigências nutricionais do abacaxizeiro. *Informe Agropecuário*, v.11, p.27-31. 1985.

O peso do fruto é determinado em primeiro lugar pelo número de flores diferenciadas, o que irá conseqüentemente influir no rendimento da cultura. Existe uma estreita correlação entre o peso do fruto e o peso do total de folhas da planta, e entre o peso do fruto e o peso da folha D, no momento da iniciação floral (Py, 1984).

Segundo Souza Júnior (1972), os frutos da variedade Smooth Cayenne, quando maduros, são grandes atingindo peso médio de 1,8 kg, de forma cilíndrica, com o diâmetro máximo próximo à base. A polpa é de cor amarela pálida e succulenta.

Há uma certa exigência quanto ao tamanho do abacaxi, de acordo com o mercado consumidor. Para comercialização interna, existe a preferência por frutos com peso inferior a 2,0 kg (Rangel Filho, 1999), para exportação, frutos com pesos inferiores a 1,5 kg, e para indústria de rodela, frutos com pesos variando entre 1,5 e 1,8 kg (Giacomelli, 1982).

Além da influência da variedade, a adubação também exerce efeito nas características do fruto, e na produtividade. O fornecimento adequado de nitrogênio reforça a cor da casca, diminui a cor da polpa, e aumenta o tamanho do fruto (Huet, 1958; Lacoevilhe, 1971).

Razzaque et al., (2000) observaram uma correlação quadrática ($r=0,99$ e $0,97$) entre as doses de N aplicadas ao solo e o rendimento de frutos por hectare.

As coroas pequenas são desejáveis quando o destino do fruto é para consumo *in natura* e exportação, pois uma coroa mais curta facilita e diminui o custo da embalagem, e são as preferidas na compra dos frutos comercializados por peso (Giacomelli, 1974).

A adubação também é responsável pelo aumento do tamanho da coroa. Luchi (1978) observou que doses crescentes de sulfato de potássio proporcionaram menor comprimento da coroa, enquanto a elevação da dose de sulfato de amônio provocou um aumento no comprimento médio da coroa, atingindo o máximo na dosagem de 32,4g de sulfato de amônio por planta. A adubação durante o período de desenvolvimento do fruto reduz o peso da coroa nos frutos colhidos no verão⁹ (Linford, citado por Chan e Paull, 2001).

Uma correlação entre o peso da coroa e a temperatura do ar foi considerada por Paull e Reyes (1996), mostrando que nas regiões mais quentes as coroas são maiores. O grau de amadurecimento exerce efeito pronunciado na qualidade do abacaxi.

Nos estádios iniciais do desenvolvimento do fruto, quando a casca ainda está verde e a polpa com pouco suco, o fruto tem baixa classificação quanto às qualidades organolépticas. A melhor classificação é obtida quando se inicia o processo de maturação do fruto, ou seja, quando a casca se torna amarela e o teor de suco aumenta (Teaotia e Bhan, 1966).

Segundo Holanda et al., (1988), a composição química de vegetais frescos é resultante das diferenças no estágio de maturação, na idade da cultura, na latitude e nas condições edafoclimáticas.

Assim, a composição química do abacaxi apresenta uma grande variação, de acordo com a época em que é produzido, ou seja, as frutas temporais apresentam alta acidez e baixos teores de açúcares, visto a produção ocorrer nos meses em que a temperatura ambiente é baixa (Collins, 1960).

⁹ CHEN, C. C.; PAULL R. E. Fruit temperature and crown removal on the occurrence of pineapple fruit translucency. *Scientia Horticulturae*, v. 88, p.85-95, 2001.

Face à importância dos açúcares totais sobre o sabor agradável do fruto, o abacaxi é um dos frutos que apresenta o maior teor de sacarose. Dos açúcares presentes no abacaxi, a sacarose representa em média 66% deles, sendo, por isso, muito mais importante do que os açúcares redutores (glicose 1,0 a 3,2% e frutose 0,6 a 2,3%) (Dull, 1971). O teor de açúcares total varia de 10 a 18% da matéria fresca.

Huet (1958), salienta que os abacaxis amadurecidos em períodos menos úmidos são mais açucarados. No entanto, o aumento no teor de açúcares totais deve ser acompanhado da elevação da acidez para minimizar o efeito enjoativo dos altos teores de açúcar (Veras, 1997).

No interior do fruto, a acidez aumenta da base para o topo, acompanhando o desenvolvimento da maturação. Observa-se que, indiferentemente da altura do fruto, a acidez é muito mais acentuada na zona mais próxima à casca do que na do cilindro central (Carvalho, 1986).

A atuação de fatores climáticos sobre a acidez do abacaxi tem sido estudada. Devido à dificuldade em se isolar os efeitos de um único fator climático, foi observado que, em geral, um aumento de insolação, de temperatura e de déficit hídrico diminui a acidez, e que o inverso, ou seja, acidez acentuada, acontece em regiões de clima ameno, menos ensolaradas, e mais úmidas. A acidez varia também com a estação de colheita, sendo que os frutos colhidos no inverno possuem maior acidez em relação aos colhidos no verão (Nitsch, 1953).

A acidez dos frutos também está diretamente ligada à nutrição mineral. Como exemplo, citam-se as adubações potássicas, que levam a um aumento da acidez da polpa (Py et al., 1984).

Huet (1958) menciona que o potássio por ser um elemento alcalino é o regulador da acidez do fruto.

Ainda relativamente à acidez, é citado que ela costumeiramente aumenta com a diminuição do tamanho dos frutos, mas isto dentro de uma mesma variedade e sob condições idênticas de produção (Giacomelli, 1982).

É importante que os frutos para industrialização apresentem elevada acidez total titulável, o que diminui a adição de acidificantes e propicia melhoria nutricional, segurança alimentar e qualidade organoléptica (Muller, 1977).

A relação SST/ATT é considerada por Nascimento (1996) com sendo a forma mais prática de se avaliar o sabor dos frutos, sendo a acidez decisiva nesse ponto, pois, uma vez alta, ela acarreta redução do valor da relação. Como as sensações de doçura e de azedo (ácido) competem pelo mesmo sítio receptor da língua, os valores absolutos de açúcares e acidez são menos importantes do que sua proporção, expressa pela relação SST/ATT (Kimbal e Box, 1984). Assim, o elevado teor de SST do abacaxi, aliado a baixo teores de ácido, leva a uma relação alta que pode vir a ser considerada desvantajosa na industrialização, ao se considerar que existem limites mínimo de SST, e máximos de ácidos, para se ter uma idéia de um padrão de sabor que possa ser considerado adequado ao paladar (Chitarra e Chitarra, 1990).

Segundo Bleinroth, (1987), o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) analisando a composição química do abacaxi "Smooth Cayenne", proveniente, de Itapemirim/ES, quanto ao pH, à acidez total titulável, e à sólidos solúveis totais, constatou os seguintes resultados: no estado verde foram de 3,2; 0,96; 11,6, e no maduro, de 3,7; 0,47; 18,2, respectivamente. Quanto à acidez (%) e ao teor de açúcar total(%), Biale (1960) obteve 0,7 e 14, Young (1975) 0,45 e 13,6, Morales de León (1976) 0,5 e 13,7, e Camargo (1977) 0,64 e 9,9, respectivamente.

Em função do exposto, objetiva-se caracterizar a planta e o fruto quanto aos efeitos da adição de restos culturais de abacaxizeiro incorporados ao solo ou aplicados

superficialmente, associados ao uso de Agrobio, nas condições de clima e de solo do município de Taubaté /SP.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Avaliação das características das plantas

A plantas colhidas foram pesadas inteiras, contou-se o número de mudas (filhotes, filhotes rebentões e rebentões) e o número de folhas, desprezando-se as folhas secas da base da planta. Posteriormente, retirou-se uma amostra de folhas que foi pesada, lavada, e seca em estufa com circulação forçada (65°C) até obter peso constante, para a determinação da fitomassa e dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn. O teor de nitrogênio total foi determinado, baseando-se no método de Bremner e Mulvaney (1982).

No extrato obtido por digestão nítrico-perclórica (Bataglia et al., 1983) foram dosados os teores totais de P por colorimetria, de Ca, de Mg, de Cu, de Fe, de Mn e de Zn por espectrofotometria de absorção atômica, e de K por fotometria de emissão de chama (EMBRAPA, 1997).

O uso da amostra de todas as folhas em detrimento da folha D, para determinação do teor de nutrientes foliares se deveu ao fato de se ter como objetivo a determinação do teor total de nutrientes nas folhas.

3.2.2. Avaliação das características físicas dos frutos

Os frutos com casca e com coroa foram pesados em balança comercial com capacidade para 15 kg. As coroas foram separadas dos frutos, e determinados o seu peso e o seu comprimento.

3.2.3. Avaliação das características químicas dos frutos.

Após a pesagem, os frutos foram descascados e a porção mediana foi usada para a caracterização química da qualidade do fruto, desprezando-se a base e a ponta. Imediatamente, foi determinado o teor de sólidos solúveis totais, sem diluição, pingando uma porção do suco no refratômetro digital de campo (manual) ATAGO N-1, de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (1976). Posteriormente, a polpa foi acondicionada em sacos plásticos e congelada.

A polpa, depois de descongelada, foi triturada em liquidificador para posterior determinação da acidez total titulável.

A acidez total titulável (ATT) foi determinada em 10g de polpa, usando-se fenolftaleína 1% como indicador, seguindo titulação com NaOH a 0,1 N, e expressa em percentagem de ácido cítrico, segundo a técnica preconizada pela A.O. A. C. (1960). Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias de tratamento comparadas pelo teste de Tukey, a 5%.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Teores foliares de nutrientes

Não foi observada diferença significativa, entre os tratamentos, para os teores de macro e micronutrientes nas folhas (Quadro 1). Os resultados são contrários ao apresentado por Morachan et al., (1972) que aplicaram ao solo, durante 13 anos consecutivos, palha de milho, palha de aveia, alfafa, e serragem, e ao apresentado por McIntyre et al., (2000) que aplicou ao solo palha de milho, *Paspalum sp*, folhas e pseudocaule de bananeira. Os autores detectaram diferenças significativas para os teores foliares de N, P, K, e Mg, em função do tipo de resíduo, da quantidade aplicada, e da forma de aplicação.

Quadro 1. Teores médios foliares de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, e Zn, do abacaxizeiro "Smooth Cayenne" cultivado sob diferentes quantidades de restos culturais aplicados superficialmente ou incorporado, com e sem a aplicação de Agrobio (N = 48).

abacaxizeiro "Smooth Cayenne" cultivado em solo arenoso, com e sem aplicação de fertilizantes NPK, aplicados superficialmente ou incorporado, com e sem aplicação de fungicidas									
Tratamento	Teor de Nutrientes			mg/kg.....					
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg.....								
0Cs	13,9	1,4	30,3	4,7	2,4	4,8	145,0	222,2	14,9
0Ci	14,1	1,3	27,4	4,8	2,6	4,8	141,2	221,8	13,9
0Ss	14,2	1,3	33,4	4,0	2,5	4,5	165,0	217,6	11,9
0Si	14,2	1,3	33,6	3,8	2,5	5,3	155,0	196,8	12,1
30Cs	13,9	1,4	33,8	3,6	2,1	5,3	151,2	200,0	14,3
30Ci	13,4	1,3	32,7	3,2	2,0	5,0	158,8	196,3	15,0
30Ss	14,3	1,3	35,5	4,0	2,4	4,3	168,8	187,2	13,0
30Si	14,0	1,4	38,8	4,0	2,2	5,5	137,5	196,9	14,2
60Cs	14,1	1,3	39,4	5,0	2,7	5,5	138,8	200,7	16,5
60Ci	14,5	1,4	34,1	4,2	2,3	4,5	156,3	230,0	13,5
60Ss	15,2	1,4	38,0	4,0	1,9	4,3	153,8	209,4	14,1
60Si	14,3	1,4	35,6	4,2	2,7	5,5	153,8	209,4	14,1
F	0,65ns	0,20ns	16,28	5,0	2,3	5,5	148,8	215,8	15,0
CV%	7,09	15,31	17,56	4,2	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0
DMS	2,56	0,50	1,63ns	4,3	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0
Tukey5%			1,77ns	4,3	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0
			15,46	4,3	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0
			0,87	4,3	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0
			28,34	4,3	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0
			3,38	4,3	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0
			56,64	4,3	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0
			106,9	4,3	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0
			6,94	4,3	2,4	5,3	148,8	215,8	15,0

Tukey5%
ns - não significativo
0,30 e 60 - quantidades de restos culturais frescos (0,30 e 60 t/ha);
C e S- Com e Sem a aplicação de Agrobio;
(s)-restos aplicados superficialmente, e (i)-restos incorporados ao solo, respectivamente.

Os teores de macro e micronutrientes foliares obtidos nos diversos tratamentos foram menores do que aqueles obtidos nos restos de abacaxizeiro adicionados ao solo, quando da montagem do experimento, com exceção do fósforo, do cálcio e do magnésio. Esta diferença se deve possivelmente ao uso de doses mais elevadas de adubo

no cultivo dos abacaxizeiros, que deram origem aos restos usados no presente trabalho, conforme recomendação de Spironello e Furlani (1996) para adubação da cultura no estado de São Paulo. Entretanto, quando estes resultados, foram comparados aos obtidos por Hiroce et al., (1977), no "Smooth Cayenne", cultivado em Bebedouro-SP, observou-se que os teores de N, K, P, Mn, e Zn foram superiores, e os teores de Ca, Mg e Fe foram inferiores.

Em todos os tratamentos usados, os teores de N, P, e K foram ligeiramente superiores aos teores considerados como normais por Haag et al., (1963), no cv. Smooth Cayenne cultivado em solução nutritiva completa. Os teores de Ca e Mg são inferiores aos obtidos por Haag et al., (1963), e superiores aos devidos a Manica et al., (1984) testando diferentes doses de potássio.

Os teores médios dos micronutrientes avaliados foram similares aos teores considerados normais por Malavolta et al., (1997).

Comparando os teores máximos totais de macronutrientes considerados adequados por Malavolta et al., (1997) para o abacaxizeiro, obteve-se excesso nos teor médio de K foliar, que variaram de 12,1 a 45,9%, e deficiências nos teores de Mg que variaram de 48 a 62%.

Estes menores teores foliares de Mg, em comparação a Malavolta et al., (1997), podem ser atribuídos a um maior consumo de K, decorrente da adubação e dos restos culturais usados, dificultando a absorção e/ou a translocação de Mg na planta (Epstein, 1975). A relação K/Mg no solo variou com as quantidades de restos, da seguinte forma: 10:1, 9,6:1 e 8:1 nos tratamentos com 60, 30 e 0t/ha de restos, respectivamente.

No desdobramento do efeito significativo dos tratamentos observou-se, para a relação Ca/K, efeito das quantidades de restos ($p<0,01$), da forma de aplicação dos restos ($p<0,05$), da aplicação de Agrobio ($p<0,01$), da interação dos restos e aplicação de Agrobio ($p<0,05$), e da interação dos restos, formas de aplicação dos restos, e uso de Agrobio ($p<0,05$).

Quanto à relação K/Mg observou-se o efeito das quantidades de restos ($p<0,01$), da forma de aplicação dos restos ($p<0,05$), da interação das quantidades de restos e forma de aplicação ($p<0,01$), da interação Agrobio e forma de aplicação dos restos ($p<0,05$), e da interação das quantidades de restos, forma de aplicação, e aplicação de Agrobio ($p<0,05$).

As relações foliares de Ca/K e K/Mg consideradas adequadas para o abacaxizeiro, segundo recomendações de Quaggio et al., (1996), variam de 0,36 a 0,4 para Ca/K, e de 7,3 a 7,5 para K/Mg. Diante disso, observa-se, no Quadro 2, que a relação Ca/K foi baixa, e a relação K/Mg foi alta, aumentando ainda mais, nos tratamentos que receberam restos culturais do abacaxizeiro. Estes desbalanços caracterizam um consumo excessivo de K pelas plantas, inclusive pelos testemunhas, indicando excesso de K fornecido pela adubação, ocorrência de lixiviação horizontal, e uma possível redução na lixiviação vertical do nutriente em função da melhoria da CTC do solo.

As relações K/Mg nos diferentes tratamentos ultrapassaram a relação considerada ideal para plantas exigentes em Mg, que, segundo Malavolta et al., (1997), varia entre 7 e 10. Os sintomas de carência magnésiana podem aparecer se o quociente for da ordem de 15-20 (Malavolta et al., 1997), como ocorreu no presente trabalho.

Quadro 2. Relações de nutrientes nas folhas do abacaxizeiro Smooth Cayenne cultivado sob diferentes quantidades de restos culturais aplicados superficialmente ou incorporado, com e sem a aplicação de Agrobio (N=48).

Tratamento	Ca/K	Ca/Mg	Relações K/Mg	P/Zn	Fe/Mn
0Cs	0,155 ab	2.05	13.50 ab	0,093	0,645
0Ci	0,178 a	1.85	10,95 b	0,095	0,638
0Ss	0,118 ab	1.65	12.43 b	0,110	0,760
0Si	0,118 ab	1.58	12.98 b	0,113	0,815
30Cs	0,110 b	1.70	15.90 ab	0,105	0,765
30Ci	0,110 b	1.60	16.53 ab	0,090	0,860
30Ss	0,113 b	1.68	15.28 ab	0,098	0,910
30Si	0,108 b	1.85	17.90 ab	0,105	0,755
60Cs	0,103 b	2.09	20,55 a	0,080	0,715
60Ci	0,150 ab	1.80	12.75 b	0,113	0,693
60Ss	0,113 b	1.83	17.10 ab	0,098	0,743
60Si	0,125 a b	1.75	14.70 ab	0,095	0,693
F	3.18*	1.53ns	2.88*	0,59ns	0,96ns
CV%	22.05	13.99	20,74	25.38	19.81
DMS	0,064	4.87	7.46	0,06	0,361

Tukey5%
 *significativo, ns – não significativo.
 médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais;
 0,30 e 60 – quantidades de restos culturais frescos (0,30 e 60 t/ha);
 C e S- Com e Sem a aplicação de Agrobio;
 (s)-restos aplicados superficialmente, e (i)-restos incorporados ao solo,
 respectivamente.

3.3.2.Características físicas das plantas

Os dados referentes ao desenvolvimento vegetativo podem ser observados no Quadro 3. Analisando a produção de matéria seca foliar, a percentagem de matéria seca da planta, o número de mudas, o número de folhas por planta, a percentagem de plantas com fruto no momento da colheita, e a percentagem de plantas com sintoma de fusariose no caule, constatou-se, para produção de matéria seca foliar, efeito significativo das quantidades de restos ($p<0,01$), da aplicação de Agrobio ($p<0,05$), das interações das quantidades de restos, da aplicação de Agrobio, e da forma de aplicação ($p<0,05$). Também houve efeito significativo, para número de folhas, das quantidades de restos ($p<0,01$), e da interação das quantidades de restos, da forma de aplicação dos restos, e da aplicação do Agrobio ($p<0,05$) (Quadro 3).

Em todos os tratamentos, as plantas apresentaram produção de matéria seca foliar superior (Quadro 3) à obtida por Carvalho et al., (1989), que variou entre 191 e 221g/ planta, na época da colheita do fruto, enquanto a percentagem de matéria seca foliar foi similar (17,03 a 17,82 %) à obtida pelo referido autor.

Os tratamentos 60Ci e 60Ss de restos culturais proporcionaram maior produção de matéria seca foliar.

Quadro 3. Valores médios das produções de matéria seca foliar (MSF) (gramas por planta), percentagem de matéria seca foliar (%MSF), número de mudas por planta, e número de folhas por planta, do abacaxizeiro "Smooth Cayenne" cultivado sob diferentes quantidades de restos culturais aplicados superficialmente (s) ou incorporado (i), com (C) e sem (S) a aplicação de Agrobio (N = 48).

Tratamento	MSF g/pl	% MSF	Nº mudas/ planta	Nº folhas/planta
0Cs	308,90abc	17,4	3,2	31,7 b
0Ci	310,00abc	17,4	3,2	32,5 b
0Ss	240,15 bc	17,1	3,3	31,9 b
0Si	228,80 c	17,2	3,1	30,8 b
30Cs	343,85abc	17,3	3,3	36,1 a
30Ci	326,06abc	17,3	3,5	37,1 a
30Ss	353,30abc	17,2	3,3	36,2 a
30Si	358,90 abc	17,5	3,8	38,7 a
60Cs	367,30ab	17,5	3,3	37,8 a
60Ci	402,90 a	17,3	4,0	37,2 a
60Ss	383,2 a	17,2	4,4	36,7 a
60Si	306,90abc	17,8	2,9	37,5 a
F	3,40*	0,97 ns	0,48 ns	15,84**
CV%	17,9	3,9	37,3	3,75
DMS Tukey5%	137,19	1,67	3,18	3,23

* significativo, ** altamente significativo, ns – não significativo.
 médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais;
 0,30 e 60 – quantidades de restos culturais frescos (0,30 e 60 t/ha);
 C e S- Com e Sem a aplicação de Agrobio;
 (s) -restos aplicados superficialmente, e (i) – restos incorporados ao solo.

Nos tratamentos sem a adição de restos culturais, a aplicação de Agrobio favoreceu a produção de matéria seca em relação aos tratamentos sem Agrobio. O número de mudas variou de 2,9 a 4,0 mudas por planta, incluindo gemas de filhotes e rebentões, mas não houve diferença significativa entre os tratamentos. Estes valores são superiores aos relatados por Carvalho et al., (1989), que obteve uma média de 1,5 mudas por planta do cv. Smooth Cayenne. O maior número médio de mudas, obtido neste experimento, pode ter sido efeito das baixas temperatura ocorridas nos meses de maio, junho, julho e agosto.

O número de folhas por planta foi superior nos tratamento com restos culturais que foram considerados estatisticamente iguais. Os testemunhas produziram o menor número médio de folhas independente do uso de Agrobio. O número médio de folhas nos tratamentos com o uso dos restos foram superiores aos obtidos por Kist et al., (1991) usando uma densidade de plantio inferior (38.460 plantas/ ha) a usada neste experimento (41.666 plantas/ha).

Quanto ao percentual de plantas com fruto no momento da colheita, apesar de não haver efeito significativo de tratamentos, notou-se uma superioridade nos tratamentos com 30t/ha de restos culturais (Figura 1).

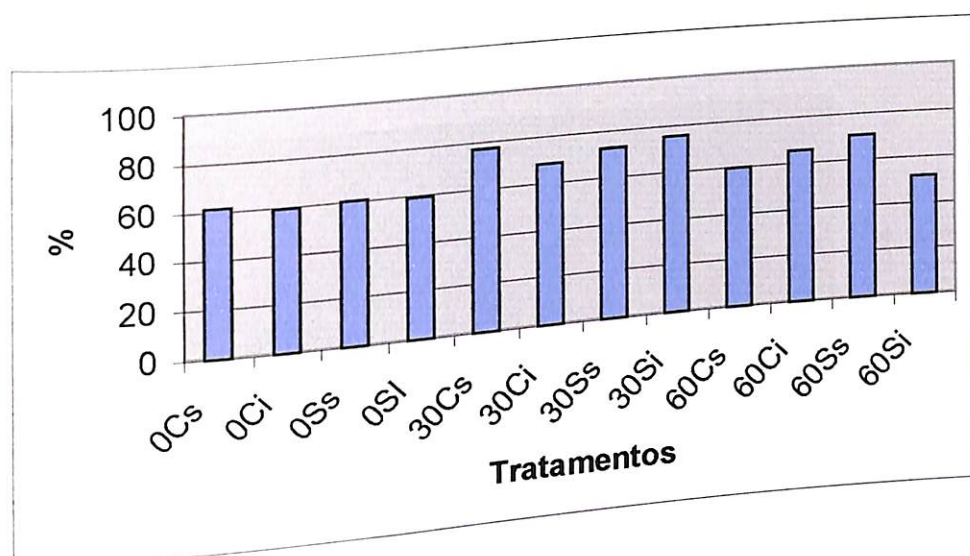


Figura 1. Percentual de plantas do abacaxi cv. Smooth Cayenne, com frutos no momento da colheita, cultivado sob diferentes quantidades de restos culturais (0,30,60t/ha) aplicados superficialmente (s) ou incorporados (I) ao solo, com (C) e sem (S) Agrobio.

O efeito dos tratamentos sobre a fusariose nas plantas foi avaliado por meio do número de plantas nas parcelas, no final do experimento, e do sintoma presente no caule das quatro plantas coletadas.

Observou-se efeito significativo dos tratamentos ($p < 0,05$) para número final de plantas nas parcelas. Desdobrando o efeito dos tratamentos, obteve-se efeito significativo da interação quantidade de restos da cultura e aplicação de biofertilizante Agrobio ($p < 0,01$), com efeito, significativo para a quantidade de resíduo na presença do biofertilizante Agrobio ($p < 0,01$) ($DMS = 7,31$) (Figura 2). Apesar do teste de Tukey a 5% não apontar diferença significativa, nota-se que, nos tratamentos com adição dos restos culturais associados a aplicações de biofertilizante Agrobio, o número final de plantas foi maior. Nos tratamentos sem biofertilizante Agrobio, a manutenção dos restos culturais resultou em menor número de plantas. Observou-se também, interação significativa entre a quantidade de restos culturais, a forma de aplicação, e a adição de biofertilizante Agrobio ($p < 0,05$). Os tratamentos 30Cs, 30Si, 30Ci, 0Cs e 60Cs proporcionaram o maior número de plantas, e foram estatisticamente idênticos pelo teste de Tukey a 5%.

Os sintomas de fusariose observado no caule, apresentaram-se como um halo necrótico de 3-4 mm na parte externa, sem avanços pronunciados em direção a sua porção central. Não foi observada necrose na parte aclorofilada das folhas, conforme verificado em algumas mudas no momento do plantio.

O número médio de plantas com estes sintomas variaram de 37,5 a 62,5%. Este resultado está de acordo com Couto et al., (1984) que, ao comparar diversos métodos de cura das mudas de abacaxizeiro antes do plantio, verificaram 60% de contaminação no tratamento testemunha. Apesar de não se verificar efeito significativo dos tratamentos, observa-se, na Figura 3, que os tratamentos com 30t/ha de restos, independente da aplicação de Agrobio, e os com 60t/ha de restos que receberam Agrobio, apresentaram

um menor percentual de plantas com o sintoma. Sem a aplicação de Agrobio o número de plantas tendeu a diminuir a medida que se aumentou as quantidades de restos da cultura.

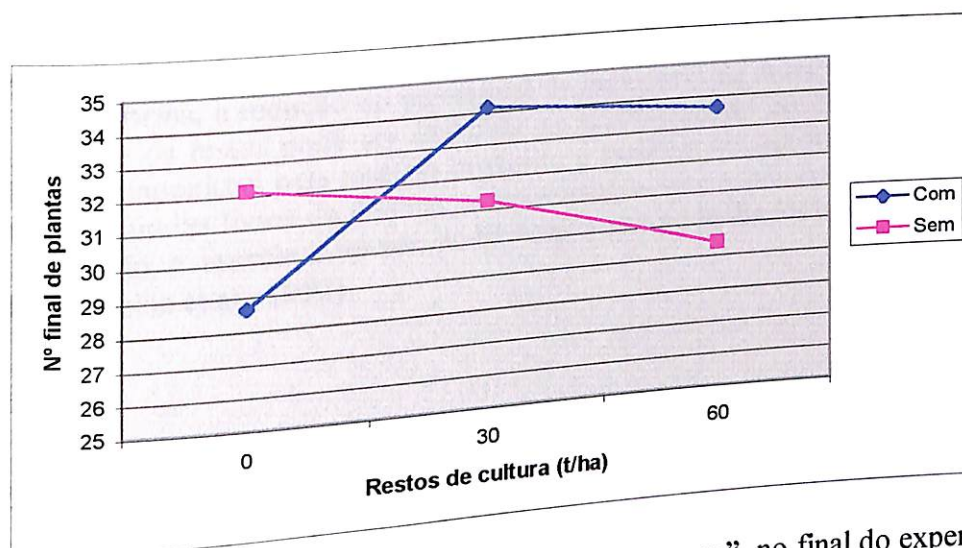


Figura 2. Número de plantas de abacaxi "Smooth Cayenne" no final do experimento, em função das dose de restos culturais (0, 30, 60t/ha) e da aplicação(C) ou não (S) de Agrobio.

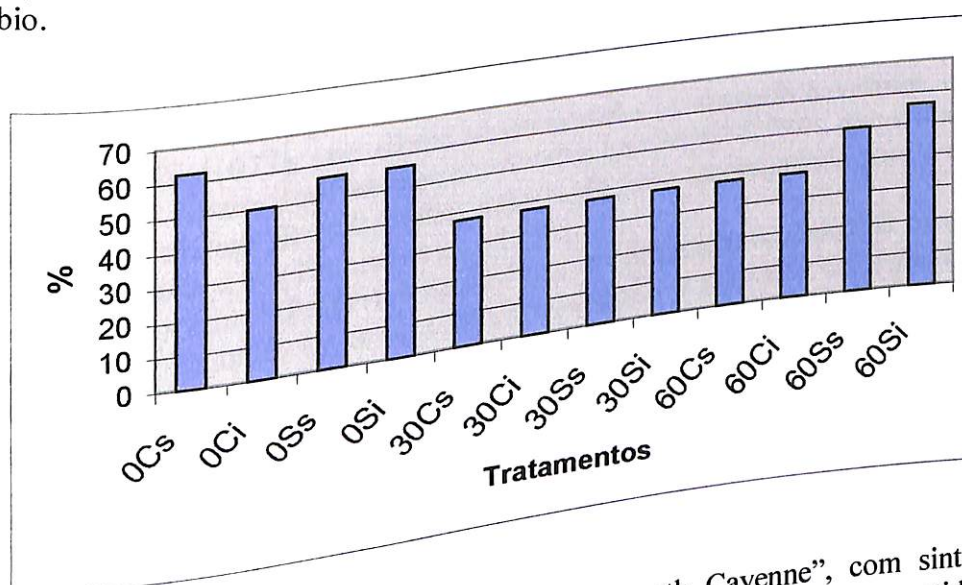


Figura 3. Percentual de plantas do abacaxi "Smooth Cayenne", com sintoma de fusariose no caule no momento da colheita, cultivado sob diferentes quantidades de restos culturais (0, 30, 60t/ha), aplicados superficialmente (s) ou incorporados (i) ao solo, com (C) e sem (S) Agrobio.

Este resultado minimiza o receio de que os restos da cultura deixados na área de cultivo são as principais causas da infecção da cultura, e corroboram as constatações de Maffia (1977) ao verificar que a adição de restos culturais de abacaxizeiro ao solo não causou aumento na população de *F. moniliforme* var. subglutians, e que após 120 dias da adição dos restos culturais a sobrevivência do propágulo do patógeno, no solo em

condições naturais, foi reduzida, em comparação com a sobrevivência em solo estéril, sugerindo a ação de antagonistas.

Após 10 meses da adição dos restos culturais de abacaxizeiro, Maffia (1977) não verificou a presença do patógeno nos fragmentos de folhas enterrados. O autor considera que a ação de enterrar os restos culturais pode eliminar a fonte de inóculo, no caso de culturas constituídas por mudas sadias.

Desta forma, a redução do percentual de incidência da doença nos tratamentos que receberam os restos pode ser atribuída ao favorecimento do desenvolvimento de organismos antagonistas pela matéria orgânica, e também ao Agrobio. Isto leva a crer que, usando mudas livres da doença, a incorporação dos restos culturais ao solo não causa a infecção, e, associada ao uso de biofertilizante pode diminuir a possibilidade de infecção (Gadelha et al., 1992).

3.3.3. Características físicas dos frutos

Em todos os parâmetros físicos avaliados, não se verificou diferença significativa entre os tratamentos (Quadro 4). Estes resultados corroboram Bezerra et al., (1989), que estudando, no solo, o efeito da manutenção dos restos do abacaxizeiro sobre a produção, detectaram, no primeiro ciclo da cultura, não ocorrer influência dos tratamentos no peso do fruto. No terceiro e quarto ciclos a manutenção dos restos proporcionou aumento no peso do fruto (Bezerra et al., 1995).

O peso médio dos abacaxis variou de 1395,4 a 1625,0g por fruto. Estes valores foram similares aos obtidos por Luchi, (1978), e inferiores aos obtidos por Paiva (1978), e por Souza Júnior (1972), que afirma serem grandes os abacaxis havaianos, com peso médio de 1,8kg. Foram equivalentes aos obtidos por Botrel (1990), que utilizou como adubação, à semelhança deste trabalho, metade da dose recomendada para a cultura, e superiores aos obtidos por Bezerra et al., (1995).

O peso do fruto inferior 1,5 kg exclui a sua utilização na indústria de compotas em rodela, pois, segundo Py et al., (1970), nos abacaxis para este fim, o peso do fruto não deve ser inferior a 1,8 kg, enquanto Giacomelli, (1982) admite o uso de abacaxis com peso entre 1,5 e 1,8 kg.

Dependendo do tamanho da muda, dos tratamentos culturais, e da época de plantio, as plantas podem chegar maiores ou menores, a época de indução floral (Koller et al., 1985). Considerando que o tamanho da planta depende, dentre outros fatores, do suprimento adequado de N antes da indução floral, verificou-se que o peso do fruto apresentou correlação significativa com a produção de matéria seca foliar (Figura 4), e com o teor foliar de nitrogênio ($r=0,60^*$) e de potássio ($r=0,62^*$), indicando que o aumento na produção de matéria seca foliar resulta na produção de frutos mais pesados, o que está de acordo com Gaillarde (1969) e Bezerra et al., (1979), de que o tamanho do fruto depende do tamanho da planta na época da indução floral. Entre os fatores que afetam o crescimento da planta, Sampaio (1997) aborda a época de plantio. Segundo ele, no estado de São Paulo o plantio efetuado no mês de junho proporciona menor susceptibilidade à diferenciação floral, devido ao menor desenvolvimento vegetativo das plantas, em função das baixas temperaturas e das deficiências hídricas verificadas nos primeiros meses após o plantio.

Esforços têm sido envidados no sentido aumentar o peso do fruto e diminuir o tamanho da coroa, utilizando reguladores sintéticos de crescimento (Vieira e

Gadelha, 1987). A redução do tamanho da coroa tem o objetivo de favorecer a comercialização, pois não exerce efeitos sobre a qualidade do fruto. Chen e Paull (2001) observaram que a remoção da coroa, duas ou dez semanas antes da colheita, não produziu efeito significativo sobre o peso do fruto.

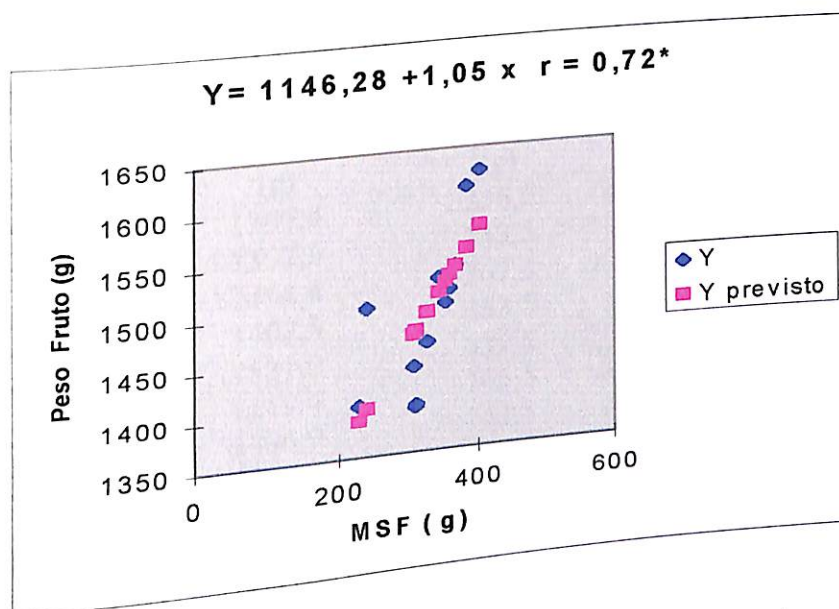


Figura 4. Comportamento do peso do fruto (g) em relação a produção de matéria seca foliar (MSF-g) do abacaxi "Smooth Cayenne", cultivado sob diferentes quantidades de restos culturais aplicados superficialmente ou incorporados ao solo, com e sem Agrobio.

O peso e o comprimento da coroa foram superiores e similares, respectivamente, aos resultados registrados por Iuchi (1978) em Minas Gerais, que obteve coroas pesando entre 205 e 230g, e com comprimento de 19,07 a 24,02 cm, e inferiores aos obtidos por Vieira e Gadelha (1987) no Rio de Janeiro (Quadro 4). Estas diferenças no peso da coroa podem ser atribuídas a temperatura do ar nas diferentes regiões de cultivo, que, segundo Paull e Reyes (1996), estão correlacionados.

3.3.4. Características químicas dos frutos.

A análise de variância não revelou efeito significativo dos tratamentos sobre a acidez total titulável do fruto (Quadro 5). A acidez total titulável variou entre 0,56 e 0,68g de ácido cítrico/100g de polpa, e está dentro do intervalo (0,6 a 1,62%) abordado por Dull (1971). Representa valores inferiores, para o cultivar Smooth Cayenne, aos obtidos por Paiva (1978) (0,71 a 0,91%) em diferentes épocas de colheita, aos obtidos por Botrel (1991) (0,81-0,84%), e ao obtido pelo Bleinroth (1987), que foi de 0,96% para a fruta madura da mesma variedade. Representa valores superiores àqueles devidos a Botrel et al., (1990), que obtiveram 0,33% na variedade Smooth Cayenne. Da mesma forma, representa valores

superiores aos devidos, para o abacaxi Pérola, a Paiva (1978), de 0,22%, a Bleinroth (1987) e a Alves et al., (1998), de 0,35%. Valores similares foram obtidos por Razzaque et al., (2000) (0,62-0,68%) no cultivar Gandul, na Malásia.

Quadro 4. Características físicas dos frutos do abacaxizeiro "Smooth Cayenne" cultivado sob diferentes doses e restos culturais aplicados superficialmente ou incorporado, com e sem Agrobio (N = 48).

Tratamento	Peso fruto c/ coroa (g)	Peso coroa (g)	Comprimento da coroa (cm)
		236,0	19,8
0Cs	1395,4	243,5	19,7
0Ci	1397,6	267,3	20,8
0Ss	1498,4	253,5	20,6
0Si	1402,5	239,5	19,9
	1521,9		20,6
30Cs	1459,4	245,5	20,8
30Ci	1496,9	242,5	20,8
30Ss	1510,3	247,3	21,3
30Si	1532,8	267,3	20,3
60Cs	1625,0	233,3	22,2
60Ci	1609,4	248,8	20,7
60Ss	1436,0	243,8	0,91 ns
60Si	1,15 ns	0,79 ns	7,0
F	10,02	10,9	3,62
CV%	371,22	62,3	

DMS Tukey 5%
ns – não significativo.

0,30 e 60 – quantidades de restos culturais frescos (0,30 e 60 t/ha);

C e S- Com e Sem a aplicação de Agrobio;

(s)-restos aplicados superficialmente, e (i)- restos incorporados ao solo.

Apesar da variação observada na literatura, os valores obtidos estão dentro das normas idealizadas por Dupaigne (1972) de que a acidez total titulável não deve ultrapassar 1,35g de ácido cítrico/100g de suco.

Os altos teores de ácidos na polpa revelam uma característica importante no tocante ao processamento, pois é de interesse que os frutos possuam elevada acidez, visto que isto diminuiria a adição de acidificantes artificiais. Porém, os teores moderados são mais apreciados pelo consumidor brasileiro, que preferem o abacaxi cv. Pérola devido a sua menor acidez.

Quanto maior o teor de ácido no fruto, menor o risco de deterioração microbiana e, conseqüentemente, menor será a temperatura exigida para o tratamento térmico dos produtos, minimizando, desta forma, as alterações provocadas pelo calor nos produtos industrializados (Cruess, 1973).

Além disso, Griswold (1972) salienta que quanto maior a acidez, provavelmente maior será a retenção de ácido ascórbico, e de outras vitaminas.

Na ausência do efeito dos tratamentos usados, pode-se atribuir a diferença observada nos valores de acidez, às diferenças no estágio de maturação dos frutos Gortner (1967), comum na cultura em função do tamanho das mudas utilizadas.

Esta consideração está em conformidade com Paiva (1978), que comprovou um aumento no teor da acidez total titulável com o desenvolvimento do fruto, seguido de redução a partir dos 148 dias após o florescimento.

Correlacionando ATT com o peso do fruto, observa-se (Figura 5) que há uma tendência de aumento no teor de ácido cítrico com o aumento do peso do fruto, com uma ligeira redução no teor de ácido para os frutos mais pesados, o que está de acordo com Chadha et al., (1972) e Botrel (1991).

Quadro 5. Valores médios da acidez total titulável-ATT, sólidos solúveis totais-SST, relação SST/ATT, e pH da polpa de abacaxi "Smooth Cayenne" cultivado sob diferentes quantidades de restos culturais aplicados superficialmente ou incorporado, com e sem Agrobio. (N = 48).

Tratamentos	ATT	SST	SST/ATT
OCS	0,64	14,1	22,8
OCI	0,58	13,9	28,0
OSS	0,59	13,9	23,4
OSI	0,59	13,5	23,0
30CS	0,68	15,1	23,0
30CI	0,58	15,8	28,0
30SS	0,58	15,7	28,2
30SI	0,59	15,3	26,2
60CS	0,67	16,2	24,5
60CI	0,61	16,8	27,9
60SS	0,62	16,3	26,5
60Si	0,56	16,9	30,7
F	0,55ns	2,6 *	2,72 ns
DMS	0,22	2,51	10,43
CV (%)	14,64	9,22	16,45

* significativo, ns – não significativo.
0,30 e 60 – Quantidades de restos culturais frescos (0,30 e 60 t/ha);
C e S- Com e Sem a aplicação de Bio; s e i – restos aplicados superficialmente e restos incorporados ao solo .

Segundo Chadha et al., (1972), a acidez aumenta progressivamente a partir de 75 dias após o florescimento, reduzindo-se a partir de 149 dias após o florescimento (Paiva, 1978) e com o aumento do peso do frutos, na variedade "Smooth Cayenne" (Botrel, 1991). Este resultado sugere que os frutos mais leves obtidos no presente experimento não tinham atingido o mesmo estágio de maturação dos frutos maiores, em consequência de floração mais tardia, pois, segundo Giacomelli et al., (1984), plantas mais desenvolvidas respondem mais facilmente aos estímulos para a diferenciação floral.

A redução na acidez, relativamente a alguns valores da literatura, pode ser atribuída às condições climáticas no mês da colheita (temperatura e precipitação média de 24°C e 109,6mm, respectivamente), conforme Nitsch, (1953).

Em Minas Gerais, Botrel et al., (1990) obtiveram valores inferiores, de 0,32 a 0,33 % de ácido cítrico, sob condições de temperatura média inferior (21,3°C) e de

precipitação superior (126,2mm), àquelas verificadas no mês de colheita deste experimento.

Quanto aos dados médios de sólidos solúveis totais, nota-se que houve efeito das quantidades de restos culturais do abacaxizeiro ($P < 0,01$), (Quadro 5) sendo que os tratamentos com 60 t/ha de restos culturais de abacaxizeiro apresentaram maiores teores de sólidos solúveis totais.

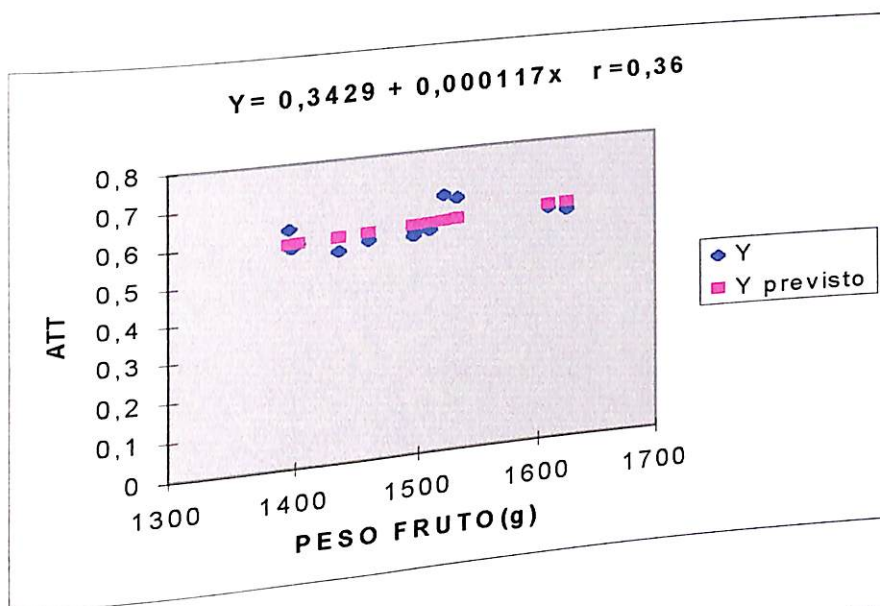


Figura 5. Comportamento da acidez total titulável (ATT) em relação ao peso do fruto (g) do abacaxi “Smooth Cayenne”, cultivado sob diferentes quantidades de restos culturais aplicados superficialmente ou incorporados ao solo, com e sem Agrobio.

Os tratamentos com 30 e 60t/ha de restos culturais proporcionaram aumentos nos valores de Brix, em relação às testemunhas, em torno de 14% e 16%, respectivamente, sendo superiores aos obtidos por Botrel et al., (1990), e por Chen e Paul (2001), que foram similares aos valores dos testemunhas (13,5-14,1% e 11,5-14,4%) deste experimento (Quadro 5).

Os teores de sólidos solúveis totais estão dentro dos padrões exigidos tanto para o consumo *in natura* quanto para a indústria (superiores a 10,5%) (Dupaigne, 1972), e superiores aos devidos a Silva (1997) (11,75%), a Razzaque et al., (2000) (9,2-9,5%), e a Chen e Paul (2001).

Os valores médios para a relação SST/ATT nos tratamentos que receberam restos culturais no solo são superiores aos referidos por Botrel et al., (1990) cujos valores se mostram similares aos testemunhas deste experimento (Quadro 5). Tais valores médios foram semelhantes aos obtidos por Paiva (1978), e por Botrel (1991), proporcionando frutos com um equilíbrio ácido/doce, o que favorece o consumo. As relações SST/ATT de 23,3 a 27,4, em abacaxis Giant Kew, segundo Teotia e Bhan (1966) indicam que os frutos apresentam uma ótima aceitação para o consumo *in natura*.

3.4 CONCLUSÃO

A adição dos restos culturais do abacaxizeiro incorporados ou aplicados superficialmente, com ou sem Agrobio não aumentou os teores foliares de N, P, K, Ca, Cu, Fe, Mn, e Zn, mas elevou a produção de matéria seca das plantas e o número de folhas. A aplicação de biofertilizante Agrobio proporcionou maior número de plantas vivas no final do ciclo da cultura, nos tratamentos com restos culturais.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMIST - A. O. A. C. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 11 ed. Washington, 1970, 1015p.
- ALVES, A. de A.; REINHARDT, D. H.; ALCÂNTARA, J. dos P.; SOUZA, L. F. da S.; CALDAS, R. C. Manejo e avaliação da soca do abacaxi "Pérola" nas condições do semi-árido de Itaberaba, Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 20, p. 323-331, 1998.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; GALLO, J. R. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. (Instituto Agrônomo, Boletim 78).
- BRENNER, J. M.; MULVANEY, C. S. *Nitrogen total*. In: PAGE, A. L. (ed). *Methods of soil analysis*. Part 2, 2 ed., Madison: Soil Science Society of America, 1982, p. 595-624.
- BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; AGUILAR, J. A. E.; REIS, O. V. Influência da idade de indução do florescimento do peso dos filhotes sobre a produção e qualidade do abacaxizeiro "Cayenne". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., Pelotas, RS, 1979. *Anais...* Pelotas, 1979, p. 327-339.
- BEZERRA, J. E. F.; SILVA, A. B. da; SILVA, F. H. B. da; LEDERMAN, I. E. Manejo dos restos culturais do abacaxizeiro e sua influência na produção, qualidade dos frutos e na erosão do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989, Fortaleza, CE, *Anais...* Fortaleza - CE:SBF, 1989, p. 18-25.
- BEZERRA, J. E. F.; SILVA, A. B. da; LEDERMAN, I. E.; REIS, R. M. G. Manejo dos restos culturais do abacaxizeiro e sua influência na produção, qualidade dos frutos e erosão do solo: II. Dados do terceiro e quarto ciclo de produção. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 17, p. 101-110, 1995.
- BLEINROTH, E. W. Matéria Prima. In: MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J. de; TOCCHINI, R. P.; SOLER, M. P.; BALDINI, V. L. S.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V. A.; ALMEIDA, L. A. S. B. de; BICUDO NETO, L. C.; MARQUES, J. F. *Abacaxi: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos*. 2 ed. Campinas: ITAL, 1987, p.133-164.
- BOTREL, N. *Efeito do peso do fruto no escurecimento interno e qualidade do abacaxi Smooth Cayenne*. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras/MG, 1991. 81p. (Dissertação de Mestrado).
- BOTREL, N.; ABREU, C. M. P. de Colheita, cuidados e fisiologia pós-colheita do abacaxi. *Informe Agropecuário*, v.17, n.179, p.33-40, 1994.

BOTREL, N.; SIQUEIRA, D. L. de; COUTO, F. A. D.; RAMOS, C. H. V. Plantio do abacaxizeiro com cobertura de polietileno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.25, p.1477-1482, 1990.

CAMARGO, H. C.; MORALES, P. A. L.; VARGAS, M. E. Análisis de ácidos em frutas por cromatografia de gases y su determinacion en dos variedades do piña. *Frutas Tropicales*, v.1, p.51-64, 1977.

CARVALHO, V. D. Qualidade, colheita, embalagem e transporte do abacaxi. In: EMBRAPA. Central Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). III. Curso Intensivo Nacional de Fruticultura. Cruz das Almas, 1986. 15p.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M.; JUSTE JÚNIOR, E. S. G.; MAIA, A. Influência do estágio de desenvolvimento da planta na composição em carboidratos dos caule e folhas do abacaxizeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 24, p. 247-252, 1989.

CHADHA, K. L.; MELANTA, F.R.; LODH, S. B. SELVARAJ, Y. Biochemical changes associated with growth and development of pineapple variety Kew. I. Change in physic-chemical constituents. *The Indian Journal of Horticulture*, v. 29, p.54-57, 1972.

CHEN, C. C.; PAULL, R. E. Fruit temperature and crown removal on the occurrence of pineapple fruit translucency. *Scientia Horticulturae*, v. 88, p.85-95, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós- colheita de frutos e hortaliças, fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 293p.

COLLINS, J. L. *The pineapple: botany, cultivation*. London:Leonard Hill, 1960, 594p.

COUTO, F. A. A.; RAMOS, V. H. V.; TANAKA, M. A. S. Comparação entre métodos para identificar mudas de abacaxizeiros portadoras de fusariose. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, Florianópolis, 1983, Anais... Florianópolis, SBF/EMPASC, 1984, p.86-93.

CRUESS, W. V. *Produtos industriais de frutas e hortaliças*. São Paulo, Edgard Blücher, 1973, v.1, 446p.

DULL, G. G. The pineapple. In: HULME, A. C. *The biochemistry os fruits and their products*. London, Academic Press, 1971, v. 2., p. 303- 331.

DUPAIGNE, D. Etat actuel des projets de normes des jus d'ananas. *Fruits*, v. 27, p.797-799, 1972.

GAILLARD, P. P. Influence de la date de plantation et du poids des rejets sur la corissance dans ananas ou Cameroun. *Fruits*, v.24, n. 2, p. 75-87, 1969.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1997, 212p.

- EPISTEIN, E. *Nutrição mineral das plantas*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975. 344p.
- GADELHA, R. S. de S.; CELETINO, R. C. A. Controle da fusariose do abacaxi através da utilização de produtos orgânicos. Macaé: PESAGRO-RIO. 1992. 3p. (Comunicado Técnico nº 9).
- GIACOMELLI, E. J. *Tipos dados considerados em experimentos de abacaxicultura*. In: PLANO DOS EXPERIMENTOS DO PROGRAMA TRIENAL DE ABACAXICULTURA DO NORDESTE. 1974, 6p.
- GIACOMELLI, E. J. *Expansão da abacaxicultura no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 79p.
- GRISWOLD, D. R. M. *Estudo experimental dos Alimentos*. São Paulo, EdgardBlücher, 1972, Cap. 7, p. 166-199.
- GORTNER, W. A.; DULL, G. G.; KRAUS, B. H. Fruit development, maturation ripening and senescence: a biochemical basis for horticultural terminology. *HortScience*, v.2, n.4, p. 141-143, 1967.
- HAGG, H. P.; ARZOLLA, S.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; OLIVEIRA, E. R.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do abacaxi (*Ananas sativus* Sch.). *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, v. 20, p. 33-40, 1963.
- HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GIACOMELLI, E. J.; GALLO, J. R. Composição química inorgânica do abacaxizeiro (*Ananas comosus* Cayenne) da região de Bebedouro, SP. *Ciência e Cultura*, v. 29, p. 324-326, 1977.
- HOLANDA, L. F. F. de; SESSA, M. C. de M.; MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F. de; FIGUEIREDO, R. W. de. Características físico-químicas do suco de maracujá amarelo cultivado no município de Ubajara-CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1988, Campinas, *Anais...* Campinas-SP:SBF, 1988, p. 585-590.
- HUET, R. La composition chimique de l'ananas. *Frutis*, v. 13, p. 183-197, 1958.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 2.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1976. 371p.
- IUCHI, V. L. *Efeito de sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio sobre as características da planta e qualidade do fruto do abacaxizeiro, Ananas comosus (L.) Mer., variedade Smooth Cayenne*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 1978, 61p. (Dissertação de Mestrado).
- KIMBALL, D. A.; BOX, C. P. O. Factors affecting the rate of maturation of citrus fruits. *Proceeding Florida Horticultural Society*, v. 97, p. 40-44, 1984.

KIST, H.; GASPAR, K.; MANICA, I.; GAMA, F. S. N. da; ACCORSI, M. R. Influência de densidades de plantio do abacaxi cv. Smooth Cayenne. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, p. 325-330, 1991.

LACOEVLHE, J. J. L'azote e la croissance de l'ananas. *Fruits*, v. 26, p.37-44, 1971.

KOELLER, O. C.; RODRIGUES, A. E. C.; MANICA, I.; CASAGRANDE, E. J.; SCHWARZ, S. F.; BERGAMIN, F. N. Respostas do abacaxizeiro 'Pérola' a cinco épocas de plantio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 20, n.11, p. 1289-1292, 1985.

MANICA, I.; PASSOS, L. P.; IUCHI, V. L.; DEFELIPO, B.V.; LINCHEMBERG, L. A.; CONDE, A. R. Efeito de três doses de cloreto e sulfato de potássio na concentração de macronutrientes nas folhas do abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L) Merrill) cultivar Smooth Cayenne em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, Florianópolis, 1984, Anais... Florianópolis, SBF, 1984, v.1, p. 105-114.

MCINTYRE, B. D.; SPEIJER, P. R.; RIHA, S. J.; KIZITO, F. Effect of mulching on biomass, nutrients, and soil water in banana inoculated with nematodes. *Agronomy Journal*, v. 92, p. 1081-1085, 2000.

MAFFIA, L. A. *Sobrevivência de Fusarium momiliforme Sheld, var. subflutianan Wr.& Rg. no solo em restos culturais e sua erradicação de mudas de abacaxi (Ananas comosus (L) Merrill) através de tratamento térmico*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1977, 96p. (Dissertação de Mestrado).

MALAVOLTA, E.; VITTI, F. C.; OLIVEIRA, S. A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2 ed., Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319p.

MULLER, C. H. *Efeito de doses de sulfato de amônio e de cloreto de potássio sobre a produtividade e a qualidade de maracujás colhidos em épocas diferentes*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1977, 89 p. (Dissertação de Mestrado).

MORALES DE LÉON, J. C. Frutas tropicales características y propiedades físico-químicas. *Tecnología de Alimentos*, v. 11, p.205-223, 1976.

MORACHAN, Y. B.; MOLDENHAUER, W. C.; LARSON, W. E. Effects of increasing amounts of organic residues on continuous corn. I. Yields and soil physical properties. *Agronomy Journal*, v.61, p.199-203, 1972.

NASCIMENTO, T. B. *Qualidade do maracujá ácido produzido em diferentes épocas no sul de Minas Gerais*. Lavras/MG, Universidade Federal de Lavras, 1996. 50p. (Dissertação de Mestrado)

NITSCH, J. P. The physiology of the fruit growth. *Annual Review of Plant Physiology*, v. 4, p.199-235, 1953.

PAIVA, M. J. G. de. *Características físicas, químicas e ponto de colheita do abacaxi (Ananas comosus, L. Cvs. Pérola e Smooth Cayenne)*. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras/MG. 1978, 83 p. (Dissertação de Mestrado).

PAULA, M. B. de; CARVALHO, de J.G.; NOGUEIRA, F. D.; SILVA, C. R. de R. Exigências nutricionais do abacaxizeiro. *Informe Agropecuário*, v.11, p.27-31, 1985.

PAULA, M. B. de; CARVALHO, de V. D.; NOGUEIRA, F. D.; SOUZA, L. F. da S. Efeito da calagem, potássio e nitrogênio na produção e qualidade do fruto do abacaxizeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, p. 1337-1343, 1991.

PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; NOGUEIRA, F. D. Nutrição e adubação do abacaxizeiro. *Informe Agropecuário*, v.19, p33-37, 1998.

PAULL, R. E.; REYES, M. E. Preharvest weather conditions and pineapple fruit translucency. *Scientia Horticulturae*, v. 66, p. 59-67, 1996.

PY, C.; LACOUUEUILHE, J. J.; TEISSON, C. *L'ananas: culture, ses produits*. Paris, G.P.Maisonneuve et Larose et ACT, 1984. 562p.

PY, C. Etude sur l'utilisation de l'ananas em conserve. *Fruits*, v. 25, p.349-356, 1970.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V.; PIZA JUNIOR, C. de; Frutíferas. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; PIZA JÚNIOR, C. de. *Recomendações de adubação e calagem pra o Estado de São Paulo*. 2 ed, Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996, p.121-225.

RANGEL FILHO, P. P. Proprietário da Fazenda Suinolândia-Tibiriça, região de Baurú/SP e fornecedor de abacaxi "Smooth Cayenne" para a rede de supermercados Carrefour, 1999.(Comunicação Pessoal).

RAZZAQUE, A. H. M.; MUSA, M. H.; RAHIM, A. A.; HANIF, A. H. M. Pineapple response to nitrogen application on tropical peat: II.Effecton fruit yieldand quality. *Fruits*, v. 55, p. 207-212, 2000.

SAMPAIO, A. C.; CUNHA, R. J. P; CUNHA, A. R. Influência do nitrogênio e de épocas de plantio sobre o crescimento vegetativo e a diferenciação floral natural do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 19, p. 7-14, 1997.

SILVA, J. M. da. *Uso de atmosfera modificada no armazenamento do abacaxi (Ananas comosus L. Merr.) cv. Smooth Cayenne*. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1997, 85p.(Dissertação de Mestrado).

SPIRONELLO, A.; FURLANI, P. R. Abacaxi. In: In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; PIZA JÚNIOR, C. de. *Recomendações de adubação e calagem pra o Estado de São Paulo*. 2 ed, Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996, p.128.

SOUZA JÚNIOR, A . J. Industrialização do abacaxi. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, v. 10, p.1-35,1972.

TEAOTIA, S. S.; BHAN, S. Determination of maturity for harvesting peneapple fruit (*Ananas comosus* (L), Merr.) varietu "Giant Kew". *Indian Agriculturist*, v.10, p.107-112, 1966.

VERAS, M. C. M. *Fenologia, produção e caracterização físico-química dos maracujazeiros ácidos (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) e doce (*Passiflora alata* Dryan) nas condições de cerrado de Brasília-DF*. Lavras/MG, Universidade Federal de Lavras,1997. 93p. (Dissertação de Mestrado).

VIEIRA, A.; GADELHA, R. S. de S. Efeito do ácido clorofenoxipropiônico em frutos de abacaxi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 22, p.725-727, 1987.

YOUNG, C. T. Composition and nutritional value of raw and processed fruits. In: *Commercial Fruti Processing*. The AVI Publishing: Westport, p. 539-579, 1975.