**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Manejo da vegetação intercalar para obtenção de cobertura morta
na cultura do abacateiro visando minimizar os danos causados por
*Phytophthora cinnamomi***

Nardélio Teixeira dos Santos

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2014**

Nardélio Teixeira dos Santos
Engenheiro Agrônomo

**Manejo da vegetação intercalar para obtenção de cobertura morta na cultura do
abacateiro visando minimizar os danos causados por *Phytophthora cinnamomi***
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof^a. Dr^a. **SIMONE RODRIGUES DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Santos, Nardélio Teixeira dos

Manejo da vegetação intercalar para obtenção de cobertura morta na cultura do abacateiro visando minimizar os danos causados por *Phytophthora cinnamomi* / Nardélio Teixeira dos Santos. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.

93 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.
Bibliografia.

1. *Persea americana* Mill 2. Podridão radicular 3. Aspecto visual sanitário 4. Produção
5. Biomassa vegetal I. Título

CDD 634.653
S237m

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

A todos os meus familiares e especialmente a minha mãe Lélia Teixeira dos Santos e ao meu pai Manoel Bento dos Santos. Meus irmãos, sobrinhos e cunhados, tios e primos.

A minha namorada Maiana Silva.

A orientadora Professora Dr^a. Simone Rodrigues da Silva.

Ao Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP.

Aos Agricultores do nosso país e em especial a todos os produtores de abacate.

Aos proprietários e funcionários da Fazenda Panorama, localizada no município de Limeira, Estado de São Paulo, que contribuíram para a realização deste experimento.

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Deus, por tudo que tem me concedido principalmente, inteligência e persistência para cumprir essa meta.

A meus pais, Manoel Bento dos Santos e Lélia Teixeira dos Santos, pelo amor e por todas as lições de vida. A meus irmãos, Lizete Teixeira dos Santos, Marcelo Teixeira dos Santos, Nailson Teixeira dos Santos, Marciano Teixeira dos Santos e Gardênio Teixeira dos Santos.

Sincera gratidão à professora Dr^a. Simone Rodrigues da Silva pelos ensinamentos e paciência durante os trabalhos.

A Dr^a. Tatiana Cantuarias-Avilés pelo apoio e pela dedicação ao experimento em momentos que poderia estar com sua família.

Ao Dr. Horst Bremer Neto pela amizade e apoio no presente trabalho.

Aos proprietários da Fazenda Panorama Guilherme e Frederico Ivers.

Aos Colegas da Pós-graduação: Yuri Caíres, Ronaldo Sakai, Thiago Costa, Raphael Araujo, Andrea Domingues, Fernando Cappello, Tatiane Tokairin, Ana Flávia, Cesar Frizo e Ricardo Medina.

Agradeço a Universidade de São Paulo pela recepção e apoio.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pela oportunidade concedida.

Ao Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP. A todos os funcionários e amigos em especial aos funcionários Éder de Araujo Cintra, David Ulrich, Antônio Carlos Fernandes e Aparecido Donizete Serrano.

Ao DVATCOM pelo empenho e carinho dedicado aos moradores da Vila Estudantil da Pós-Graduação, em especial a Solange e Eliana.

Ao Grupo de Práticas em Fruticultura (GPF) que tanto tem ajudado na realização dos experimentos dos alunos da Pós-Graduação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

A todos os colegas da Vila Estudantil da Pós-Graduação ESALQ/USP, em especial Natalia Martins, Valdinei Moreira, Mateus Tonelli, Sormani Rosatti, Arthur Prudêncio, Francisco Sales e Sibelle Santanna.

Agradecimento à professora Maria Herbênia Lima Cruz Santos e sua família, pela amizade, carinho e apoio.

Aos professores da Universidade do Estado da Bahia, DTCS Campus III Juazeiro BA que sempre terão minha admiração e respeito. Declaro meu agradecimento aos amigos e colegas

da graduação em especial Jakson Leite, Marcio Pires, Rubens Carvalho, Ezequiel Alves, Lucas Pires, Lucas Sacramento, José Stênio, Diogo Luis, Elias Crispim, Ligia Anny, Renata Barros, Caio Cesar, Marcelo Rocha, Élica Rios. A todos os colegas e amigos da Universidade do Estado da Bahia. A todos os funcionários do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais.

Muito obrigado a todos!

EPÍGRAFE

Obrigado ao homem do campo
 Pelo leite o café e o pão
 Deus abençoe os braços que fazem
 O suado cultivo do chão
 Obrigado ao homem do campo
 Pela carne, o arroz e feijão
 Os legumes, verduras e frutas
 E as ervas do nosso sertão
 Obrigado ao homem do campo
 Pela madeira da construção
 Pelo couro e os fios das roupas
 Que agasalham a nossa nação
 Pelo couro e os fios das roupas
 Que agasalham a nossa nação
 Obrigado ao homem do campo
 O boiadeiro e o lavrador
 O patrão que dirige a fazenda
 O irmão que dirige o trator
 Obrigado ao homem do campo
 O estudante e o professor
 A quem fecunda o solo cansado
 Recuperando o antigo valor
 Obrigado ao homem do campo
 Do oeste, do norte e do sul
 Sertanejo da pele queimada
 Do sol que brilha no céu azul
 Sertanejo da pele queimada
 Do sol que brilha no céu azul
 E obrigado ao homem do campo
 Que deu a vida pelo Brasil
 Seus atletas, heróis e soldados
 Que a santa terra já cobriu
 Obrigado ao homem do campo
 Que ainda guarda com zelo a raiz
 Da cultura, da fé, dos costumes
 E valores do nosso país
 Obrigado ao homem do campo
 Pela semeadura do chão
 E pela conservação do folclore
 Empunhando a viola na mão
 E pela conservação do folclore
 Empunhando a viola na mão
 Lá rá lá, lá rá lá, lá rá lá

(Dom e Ravel)

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE TABELAS.....	17
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 Importância econômica da cultura do abacateiro.....	23
2.2 Origem e exigências edafoclimáticas.....	24
2.3 Classificação botânica.....	25
2.4 Cultivares porta-enxerto e copa.....	27
2.5 Podridão radicular de <i>Phytophthora cinnamomi</i>	28
2.6 Manejo da vegetação intercalar para obtenção de cobertura vegetal e benefícios de sua utilização.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Área e localização do experimento.....	35
3.2 Delineamento experimental.....	35
3.3 Avaliações das plantas de abacateiro ‘Hass’.....	35
3.3.1 Análise do conteúdo mineral das folhas.....	35
3.3.2 Desenvolvimento vegetativo.....	36
3.3.3 Desenvolvimento radicular.....	37
3.3.4 Produção e tamanho de frutos.....	38
3.3.5 Aspecto visual sanitário das plantas.....	38
3.4 Produção de massa seca da cobertura vegetal e análise de solo.....	39
3.4.1 Massa seca da vegetação intercalar.....	39
3.4.2 Massa seca da cobertura morta.....	40
3.4.3 Supressão de plantas daninhas sob a copa.....	40
3.4.4 Degradação da cobertura vegetal na fileira.....	41
3.4.5 Características químicas do solo.....	41
3.4.6 População de <i>Phytophthora cinnamomi</i> e actinomicetos no solo.....	41
3.5 Análise dos dados.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45

4.1 Análise do conteúdo mineral das folhas.....	45
4.2 Desenvolvimento vegetativo.....	48
4.3 Desenvolvimento radicular.....	50
4.4 Produção de frutos.....	53
4.5 Tamanho de fruto.....	58
4.6 Aspecto visual sanitário das plantas.....	62
4.7 Produção de massa seca.....	64
4.7.1 Produção de massa seca da vegetação intercalar em função do tipo de roçadeira utilizada.....	64
4.7.2 Massa seca da cobertura morta depositada sob a linha.....	66
4.8 Supressão de plantas daninhas sob a copa.....	68
4.9 Degradação da cobertura vegetal na fileira.....	69
4.10 Características químicas do solo.....	72
4.11 População de <i>Phytophthora cinnamomi</i> e actinomicetos no solo.....	78
5 CONCLUSÕES.....	83
REFERÊNCIAS.....	85

RESUMO

Manejo da vegetação intercalar para obtenção de cobertura morta na cultura do abacateiro visando minimizar os danos causados por *Phytophthora cinnamomi*

Apesar das excelentes condições edafoclimáticas para a produção de abacates no Brasil, a cultura encontra limitações relacionadas à baixa produtividade e suscetibilidade à podridão da raiz causada por *Phytophthora cinnamomi*, a principal doença da cultura nas distintas regiões produtoras. A aplicação de coberturas naturais ao solo é uma das estratégias que visa o controle desta doença, e entre seus benefícios estão a maior disponibilidade de água e nutrientes, menor competição das plantas daninhas, melhoria da estrutura, porosidade e fertilidade do solo e melhor aspecto sanitário das plantas, por favorecer a formação de um ambiente supressivo ao desenvolvimento do patógeno, pelo aumento do sistema radicular e da população de microorganismos antagônicos. Todos estes benefícios das coberturas naturais, junto ao aporte de nutrientes após sua incorporação, favorecem indiretamente a produção e o crescimento dos frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar distintos manejos da vegetação intercalar em abacateiros ‘Hass’ visando à obtenção de coberturas naturais que, aplicadas ao solo, permitam minimizar a incidência da podridão radicular, promovendo melhorias no estado sanitário das plantas e na produção. Entre 2011 e 2013 foram avaliados cinco tratamentos: T1: ausência de vegetação intercalar, sem aplicação de cobertura morta sob a copa das plantas; T2: ausência de vegetação intercalar e duas aplicações externas de cobertura morta sob a copa; T3: duas deposições de cobertura morta sob a copa, obtida pelo corte da vegetação intercalar com roçadeira enleiradora lateral (REL); T4: três deposições de cobertura morta sob a copa, obtida pelo corte da vegetação intercalar com REL, e T5: manutenção da vegetação intercalar com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta sob a copa. O delineamento estatístico foi em blocos aleatorizados, com 6 repetições e 3 plantas úteis por parcela, nas quais foram avaliados: os teores de macronutrientes e micronutrientes em folhas e no solo; desenvolvimento vegetativo e radicular, produção de frutos, aspecto visual das plantas, massa seca da vegetação intercalar, espessura da cobertura morta e características químicas e microbiológicas do solo. A aplicação de coberturas vegetais resultou em um maior crescimento das plantas e maior tamanho dos frutos, sem efeito significativo sobre a produção. A deposição de cobertura morta obtida com REL favoreceu o desenvolvimento das raízes na camada superficial do solo. No entanto, os tratamentos não influenciaram significativamente o aspecto visual sanitário das plantas, nem os teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas e no solo. O manejo da vegetação intercalar com roçadeira convencional resultou em maior volume de massa seca, já o manejo desta com dois ou três cortes anuais utilizando REL depositou uma quantidade similar de cobertura morta sob a copa, que foi inferior à depositada pela aplicação externa de cobertura (T2). Todos os tratamentos com deposição de cobertura vegetal suprimiram o desenvolvimento de plantas daninhas sob a copa. No tratamento sem aplicação de cobertura morta e sem vegetação intercalar, houve aumento na população de *P. cinnamomi* no solo. Comparativamente, no período de dois anos, não foram observadas diferenças na população de actinomicetos no solo dos distintos tratamentos.

Palavras-chave: *Persea americana* Mill; Podridão radicular; Aspecto visual sanitário; Produção; Biomassa vegetal

ABSTRACT

Inter-row vegetation management for mulching avocados to minimize negative effects of *Phytophthora cinnamomi*

Despite the excellent soil and climatic conditions for avocado production in Brazil, the culture has limitations related to low productivity and susceptibility to avocado root rot caused by *Phytophthora cinnamomi*, the main crop disease in all producing areas. Mulching is one of the strategies utilized for controlling this disease, with several benefits such as an improved soil water and nutrients availability for roots, reduced weed competition, improved soil structure, porosity and fertility and enhanced plant health condition, due to the creation of a suppressive environment for the development of the pathogen, by increasing root density and the population of antagonistic microorganisms. All these benefits of natural mulches, together with the supply of nutrients and assimilates after their incorporation to the soil, indirectly enhance fruit yield and size. The aim of this work was to evaluate different managements of inter-row vegetation in an adult ‘Hass’ avocado orchard in order to obtain mulches which, after being applied to the soil, will allow reducing root rot incidence, thus promoting improvement of plant sanitary condition, with positive effects on fruit yield. From 2011 through 2013, five treatments were evaluated: T1: absence of inter-row vegetation, without mulch application under the canopy; T2: absence of inter-row vegetation and two applications of external mulch under the canopy; T3: two mulch depositions under the canopy obtained after cutting off the inter-row vegetation with a lateral alignment mower (LAM); T4: three mulch depositions under the canopy obtained after cutting off the inter-row vegetation with a LAM, and T5: maintenance of natural inter-row vegetation with three annual cuttings using a conventional mower, without mulch deposition under the canopy. The experiment was conducted in randomized blocks, with 6 repetitions and 3 plants per plot, on which the following variables were measured: levels of macro and micronutrients in leaves and soil; root and plant size development; fruit yield and size; plant sanitary condition visually assessed with a 10-note scale; biomass of inter-row vegetation; mulch thickness and chemical and microbiological soil characteristics. Mulching resulted in larger plant growth and fruit size, with no significant effects on fruit yield. Application of mulch obtained with a LAM enhanced root growth in the surface soil layer. Nonetheless, the treatments did not significantly affect nor the plant sanitary aspect, neither the leaf or soil levels of macro and micronutrients. Management of inter-row vegetation with a conventional mower resulted in larger biomass development, while managing inter-row vegetation with two or three cuttings with LAM per year resulted in similar amounts of mulch laid down under the canopy, yet less than with the application of external mulch (T2). All the treatments with mulch deposition suppressed weed growth under the canopy. In the treatment with no mulch and no inter-row cropping, a larger population of *P. cinnamomi* was recorded. There were no differences in the Actinomycetes soil population among treatments.

Keywords: *Persea americana* Mill; Root rot; Sanitary visual condition; Yield; Plant biomass

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procedimento para avaliação do desenvolvimento vegetativo de plantas de abacateiro ‘Hass’. A: avaliação da altura de planta; B: avaliação do diâmetro da copa.....	36
Figura 2 - Procedimento para avaliação da massa seca de raízes. A: Ferramentas utilizadas na coleta de amostras de solo e raiz; B: Orifício onde foram retiradas amostras sob a copa das árvores; C: Extração da amostra de solo e raízes da sonda de PVC para o acondicionamento em saquinhos; D: Separação e lavagem de radículas para determinação de massa fresca e posteriormente massa seca.....	37
Figura 3 - Quadro de 0,50 x 0,50 m (0,25 m ²) utilizado para delimitar a área de corte na avaliação da massa da vegetação intercalar.....	40
Figura 4 - Comparação do volume de copa médio (m ³ planta ⁻¹) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013.....	49
Figura 5a - Comparação da massa seca de raízes (%), na profundidade de 0-10 cm do solo, de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013.....	52
Figura 5b - Comparação da massa seca de raízes (%), na profundidade de 10-20 cm do solo, de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013.....	52
Figura 6 - Comparação da produção média (kg planta ⁻¹) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013.....	56
Figura 7 - Comparação da eficiência produtiva (kg m ⁻³) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013.....	58
Figura 8a - Comparação da altura de frutos (mm) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013.....	61
Figura 8b - Comparação do diâmetro de frutos (mm) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013.....	61
Figura 8c - Comparação da relação altura: diâmetro (L/D) de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013.....	62
Figura 9a - Comparação do aspecto visual sanitário (notas 0-10) das plantas de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2012.....	63
Figura 9b - Comparação do aspecto visual sanitário (notas 0-10) das plantas de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013.....	64
Figura 10 - Média da massa seca da vegetação intercalar (g m ⁻²) avaliada em plantas de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2012.....	65

Figura 11 - Média da massa seca (g m^{-2}) depositada sob a copa das plantas de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2012.....	67
Figura 12 - Comparação dos valores médios de pH do solo na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013.....	76
Figura 13 - Comparação dos valores médios de matéria orgânica do solo (%) na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013...	76
Figura 14 - Comparação dos valores médios de acidez potencial ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) do solo na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013.....	77
Figura 15 - Comparação dos valores médios de saturação por bases (V%) do solo na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013.....	77
Figura 16 - Comparação dos valores médios de capacidade de troca catiônica ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) do solo na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013.....	78
Figura 17 - Comparação dos valores médios do número de unidades formadoras de colônias de <i>Phytophthora cinnamomi</i> (UFC/10 gramas de solo), entre os anos de 2012 e 2013.....	81
Figura 18 - Comparação dos valores médios do número de unidades formadoras de colônias de actinomicetos (UFC/10 gramas de solo), entre os anos de 2012 e 2013.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de notas para avaliação da condição de árvores de abacateiro afetadas pela podridão de raízes causada por <i>Phytophthora cinnamomi</i>	39
Tabela 2 - Composição química das folhas de abacateiros ‘Hass’, Limeira, SP, 2012 e 2013.....	47
Tabela 3 - Volume médio da copa de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2011 a 2013.....	49
Tabela 4 – Matéria seca de raízes (%), em duas profundidades do solo, de abacateiros ‘Hass’ submetidos a diferentes sistemas de manejo do solo. Limeira, SP, 2011a 2013....	51
Tabela 5 - Produção média (kg planta ⁻¹) e número de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2011 a 2013.....	55
Tabela 6 - Eficiência produtiva média (kg m ⁻³) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2011 a 2013.....	57
Tabela 7 - Altura (L), Diâmetro (D) e relação L/D de frutos de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2012 e 2013.....	60
Tabela 8 - Nota média do aspecto visual sanitário das plantas de abacateiro ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2011 a 2013.....	63
Tabela 9 - Produção média da massa seca da vegetação intercalar (g m ⁻²) manejada com roçadeira convencional e roçadeira enleiradora lateral em diferentes frequências, em pomar de abacateiro ‘Hass’. Limeira, SP, 2011 e 2012.....	65
Tabela 10 - Produção média da massa seca da cobertura morta (g m ⁻²) depositada sob a linha de plantas de abacateiro ‘Hass’ em função do manejo da vegetação intercalar Limeira, SP, 2011 e 2012.....	67
Tabela 11 - Número de plantas daninhas monocotiledôneas (<i>Monoc.</i>) e dicotiledôneas (<i>Dicot.</i>) por m ² de área sob a copa de plantas de abacateiros ‘Hass’ com distintos manejos da vegetação intercalar. Limeira, SP, 2011 a 2013.....	70
Tabela 12 - Espessura média (cm) da cobertura morta acumulada sob a copa nas fileiras de plantas de abacateiros ‘Hass’ em função de distintos manejos da vegetação intercalar. Limeira, SP, 2011 e 2013.....	71
Tabela 13 - Composição química do solo na linha e entrelinha, em duas profundidades, de pomar de abacateiro ‘Hass’, Limeira, SP, 2011.....	74
Tabela 14 - Valores para interpretação de análise química de solo em pomares de abacateiro.....	74

Tabela 15 - Composição química do solo, em duas profundidades, de pomar de abacateiro ‘Hass’, Limeira, SP, 2013.....	75
Tabela 16 - Número de unidades formadoras de colônias (UFC) de <i>Phytophthora cinnamomi</i> no solo de pomar de abacateiros ‘Hass’ em função de distintos manejos da vegetação intercalar. Limeira, SP, 2012 e 2013.....	79
Tabela 17 - Número de unidades formadoras de colônias (UFC) de actinomicetos no solo de pomar de abacateiros ‘Hass’ em função de distintos manejos da vegetação intercalar. Limeira, SP, 2012 e 2013.....	80

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura paulista atravessa um período de reconversão e diversificação dos pomares, devido à redução na área plantada com citros causada pela crescente incidência do Huanglongbing (ex-greening). Neste contexto, a cultura do abacateiro apresenta-se como uma alternativa que se adapta tanto à exploração em grandes áreas quanto em pequenas propriedades rurais, com boa produtividade e rentabilidade financeira.

Os plantios comerciais de abacateiro estão distribuídos em muitos países, sendo a produção mundial de aproximadamente 3,3 milhões de toneladas. O Brasil ocupava a 9ª posição, com produção de 160.376 toneladas em 2011, em uma área plantada de 10.753 hectares distribuídos nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul (FAO, 2013). O estado de São Paulo destaca-se como maior produtor, com aproximadamente 91 mil toneladas, o que corresponde a 57% da produção nacional, em uma área de 5.642 hectares, seguido de Minas Gerais com produção de 30 mil toneladas, correspondendo a 19% desta produção, em uma área de 2.134 hectares (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2013).

As variedades cultivadas no Brasil em sua maioria são híbridos oriundos do cruzamento entre a raça antilhana e guatemalense tais como: ‘Geada’, ‘Fortuna’, ‘Quintal’, ‘Margarida’ e ‘Breda’, comercializadas no mercado interno, com teor de óleo que varia de 2% até 10%. O plantio da cultivar ‘Hass’, com alto teor de óleo, entre 18 e 25 % (CRIZEL, 2008), vêm sendo ampliado principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais, devido à boa rentabilidade da exportação da fruta para o mercado europeu que, entre os anos de 2003 e 2010, chegou a aumentar 524% em volume (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS - IBRAF, 2013).

Pesquisas recentes têm confirmado a alta qualidade nutritiva e nutracêutica do abacate (DAIUTO et al., 2010; MASSAFERA et al., 2010), visto seu comprovado efeito na redução dos níveis sanguíneos de colesterol ruim (HDL), colesterol total e triglicérides (ROBERTO et al., 2010; SANTOS et al., 1999) e no controle da glicemia em pacientes diabéticos (CREDIDIO, 2008). Diversos estudos têm sido conduzidos sobre o aproveitamento industrial do abacate para a extração de óleo e álcool utilizados na geração de biocombustível e na fabricação de tintas, cosméticos, medicamentos e alimentos (MENEZES et al., 2010; SALGADO et al., 2008; TANGO et al., 2004). A utilização do abacate na culinária brasileira ainda é restrita, pois o consumo prevalece na forma de vitaminas e suco, diferente de outros países, em que o consumo se dá na elaboração de pratos salgados.

A participação do Brasil no mercado mundial do abacate é ainda muito limitada, pela falta de manejos agrônômicos adequados na produção, colheita e pós-colheita dos frutos (CANTUARIAS-AVILÉS; SILVA, 2011). Apesar das excelentes condições edafoclimáticas e perspectivas para a produção de abacates no país, a cultura encontra limitações relacionadas, principalmente com a elevada suscetibilidade à podridão da raiz ou gomose do abacateiro, causada por *Phytophthora cinnamomi*, considerada a principal doença que afeta esta cultura em todas as regiões produtoras no mundo (CANTUARIAS-AVILÉS; SILVA, 2012). O agente causal desta doença é um microorganismo da classe Oomycetes (BEAKES et al., 2012). Estratégias que visam a minimização dos danos e o controle desta doença baseiam-se na seleção de cultivares porta-enxertos resistentes ou tolerantes, no controle químico e em práticas específicas de manejo do solo, entre elas aplicações de gesso e calcário e coberturas naturais (*mulch*) (PEGG et al., 2002).

Os benefícios da aplicação de coberturas naturais ao solo em pomares de abacateiro derivam da maior disponibilidade de água e nutrientes para as raízes (GREGORIOU; RAJKUMAR, 1984) e menor competição de ervas daninhas (LANINI, 1988). As coberturas naturais também exercem efeito direto nas propriedades físicas do solo, melhorando a estrutura, porosidade (GALLARDO-LARO; NOGALES, 1987) e fertilidade (DIXON et al., 2005), com menor variação da temperatura do mesmo (GREGORIOU; RAJKUMAR, 1984), propiciando uma mudança na distribuição das raízes nas camadas superficiais do solo (FABER et al., 2001). A cobertura morta também favorece um aumento da população de microorganismos antagônicos ao agente causal da doença, como os actinomicetos (YOU et al., 1996), abundantes na microflora associada às coberturas orgânicas do solo (HENIS, 1986), que inibem o crescimento de *P. cinnamomi* ao estimular os saprófitos antagonistas do patógeno e induzir efeito antibiótico sobre este, causando lisis celular e parasitismo dos zoósporos (COOK; BAKER, 1983; WILLIAMS; WELLINGTON, 1982). Esses efeitos proporcionam um ambiente supressivo para o desenvolvimento de *P. cinnamomi*, melhorando a condição sanitária das plantas (TURNERY; MENGE, 1994).

Entretanto, devido à dificuldade e aos custos envolvidos na obtenção e distribuição no pomar, a aplicação de cobertura morta é uma técnica pouco utilizada pelos produtores (DIXON et al., 2005). No Brasil foram desenvolvidas roçadeiras enleiradoras lateral, denominadas comercialmente de “ecológicas”, capazes de cortar a vegetação intercalar e distribuí-la simultaneamente sobre a linha da cultura, formando uma camada de cobertura morta sob a copa das plantas (CORÁ et al., 2005). San Martin Matheis e Victoria Filho (2005)

e Bremer Neto et al. (2008) utilizando REL em pomares de citros obtiveram bons resultados com relação a distribuição do material vegetal cortado, utilizado como cobertura morta.

Este estudo objetivou avaliar distintos manejos da vegetação intercalar presente em um pomar adulto de abacateiro cv. 'Hass' na região de Limeira/SP, visando a obtenção de coberturas naturais para o solo que permitam minimizar a incidência de *P. cinnamomi*, promovendo melhorias no estado sanitário e nutricional das plantas, com efeitos positivos sobre a produção e o tamanho dos frutos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância econômica da cultura do abacateiro

A produção mundial de abacate é de aproximadamente 3,3 milhões de toneladas, sendo o México o maior produtor, com participação de 28,51%, seguido pelo Chile, que detém 8,31%. O Brasil ocupa a 9º posição, sendo responsável por 3,62% da produção mundial, com 160.376 toneladas em 2011, em uma área plantada de 10.753 hectares distribuídos nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul (FAO, 2013).

O Estado de São Paulo é o maior produtor da fruta no Brasil com aproximadamente 91 mil toneladas, o que corresponde a 57% da produção nacional em uma área de 5.642 hectares, seguido do Estado de Minas Gerais com produção de 30 mil toneladas (19%), em uma área de 2.134 hectares, e o Paraná com 17,3 mil toneladas (10,79 %), em uma área de 944 hectares (IBGE, 2013).

No Brasil, para o mercado interno destaca-se o cultivo das variedades ‘Geada’, ‘Fortuna’, ‘Quintal’, ‘Margarida’ e ‘Breda’, e da variedade ‘Hass’ destinada ao mercado externo, que apresenta alto teor de óleo (DAIUTO et al., 2010). Entre 2003 e 2010, o volume das exportações brasileiras de abacate ‘Hass’ aumentou 524%, com um incremento registrado nas divisas de 1035% para o mesmo período, devido ao bom nível de preços pagos pela fruta brasileira nos mercados de destino na Europa (IBRAF, 2013).

Estudos econômicos com a cultura do abacateiro no Brasil são muito recentes, mas a crescente exploração deste cultivo em diversos países tem mostrado que a cultura é de baixo risco comercial, devido à demanda crescente do consumo mundial, maior preço em relação a outras frutíferas e a alta qualidade nutracêutica do fruto (DAIUTO et al., 2010; MASSAFERA et al., 2010), visto seu comprovado efeito na redução dos níveis sanguíneos de colesterol ruim (HDL), colesterol total e triglicérides (ROBERTO et al., 2010; SANTOS et al., 1999), além de seu efeito no controle da glicemia em pacientes diabéticos (CREDIDIO, 2008). Além do consumo *in natura*, diversos estudos têm sido conduzidos sobre o aproveitamento industrial do abacate para a extração de óleo e álcool utilizados na geração de biocombustível e na fabricação de tintas, cosméticos, medicamentos e alimentos (MENEZES et al., 2010; SALGADO et al., 2008; TANGO et al., 2004).

2.2 Origem e exigências edafoclimáticas

O abacateiro é uma frutífera originária do continente americano. As primeiras referências sobre ele foram feitas por navegadores, ainda nos primeiros anos do descobrimento da América, entre 1526 e 1554, em relatos descrevendo plantas encontradas na antiga cidade do México e no local onde hoje é a Colômbia, o qual recebeu várias denominações de origem indígena. Pesquisas arqueológicas indicam que o abacateiro era explorado na região há mais de 10 mil anos (KOLLER, 1992). Nos países de língua inglesa é chamado de avocado, nos de língua espanhola, é conhecido como “aguacate” na América Central e norte da América do Sul, e como “palta” nos países do Cone Sul como Chile, Argentina, Peru e Equador. Na Europa, foi citado pela primeira vez em 1601, tendo se expandido posteriormente para outros continentes (DONADIO, 1995). Relata-se que no Brasil, o abacateiro foi introduzido em 1809, vindo da Guiana Francesa (SIMÃO, 1971). Antes disso, nos séculos XVI e XVII, a sua presença é incerta e discutível (TEIXEIRA et al., 1992).

Para a implantação da cultura, deve-se levar em consideração o histórico de outros plantios na área e dar preferência a solos bem drenados, pois a aeração reduzida causa asfixia ao sistema radicular e propicia o desenvolvimento de fungos, predispondo a planta a podridões (DONADIO, 1995).

Com relação às exigências climáticas, o abacateiro apresenta boa adaptação em todas as regiões de cultivo, seja ela, tropical, subtropical ou temperada, devido à existência de três variedades ou raças botânicas, que apresentam diferentes centros de origem. Enquanto variedades da raça mexicana são extremamente resistentes à geadas, variedades da raça mexicana apresentam média resistência, mas alta exigência em água, sendo aconselhável seu plantio em regiões com precipitação anual em torno de 1.200 mm (TEIXEIRA et al., 1992). Em áreas onde a distribuição das chuvas é irregular ou insuficiente, recomenda-se a utilização de irrigação para suprir as necessidades da planta e conferir maior qualidade aos frutos produzidos (KOLLER, 1992).

O êxito produtivo do cultivo do abacate depende da quantidade e da distribuição das chuvas durante o ano, do nível de estresse atmosférico e da capacidade de armazenamento de água no subsolo (SCHAFFER; WHILEY, 2002). Nas principais regiões produtoras, o abacate é cultivado em sequeiro, sendo realizado em escala comercial apenas em algumas regiões do México, Guatemala, Honduras, República Dominicana, Cuba, Colômbia e Venezuela (NAAMANI, 2011), com características de clima e solo distintas às encontradas no Brasil.

Para o sucesso do cultivo do abacateiro não irrigado é preciso conhecer os efeitos do déficit hídrico ambiental sobre a fisiologia e produtividade da planta ao longo do seu ciclo biológico, para definir estratégias de manejo que reduzam os impactos negativos da seca sobre o crescimento e a produção (HORTICULTURE AUSTRALIA, 2011).

2.3 Classificação botânica

O abacateiro é uma frutífera que pertence a família Lauraceae e ao gênero *Persea*, que inclui todas as variedades de abacates de interesse comercial no mundo (KOLLER, 2002). Este gênero apresenta três variedades botânicas, também conhecidas como ‘raças’: raça mexicana (*Persea americana* Mill. variedade *drymifolia*); raça antilhana (*Persea americana* Mill. variedade *americana*) e raça guatemalense (*Persea americana* Mill. variedade *guatemalensis*), que foram identificadas conforme as regiões de origem do abacateiro, que condicionaram as aptidões climáticas inerentes de cada raça (CAMPOS, 1988).

A raça antilhana, oriunda de regiões baixas e tropicais da América Central e da América do Sul, possui frutos grandes, de formato piriforme, com baixo teor de óleo (menor que 8%) e pedúnculo curto, casca lisa e coriácea, com coloração verde amarelado quando maduros e maturação precoce, entre os meses de fevereiro a maio, com 6 a 8 meses entre o florescimento e a colheita. É a raça menos resistente ao frio, suportando no máximo -2°C, sendo seus principais representantes as cultivares ‘Geada’, ‘Pollock’, ‘Simmonds’ e ‘Fucks’. Já a raça guatemalense, originária das regiões altas da América Central, de clima subtropical, possui tolerância média à geadas (-4°C), com frutos de formato redondo, pedúnculo longo e a casca espessa e rugosa, com caroço preso à polpa. A maturação dos frutos é mais tardia, ocorrendo entre abril e novembro, com um conteúdo de óleo que varia de 8 a 20%, sendo os principais representantes no Brasil as cultivares ‘Hass’, ‘Wagner’, ‘Prince’ e ‘Linda’. A raça mexicana, nativa das regiões elevadas do México e da Cordilheira dos Andes, bastante resistente ao frio, suporta até -6°C. Os frutos são pequenos, de formato piriforme, com alto teor de óleo (maior que 20%), a casca é fina e lisa e o caroço é relativamente grande em relação à polpa e as folhas possuem aroma de anis. Destaque para a cultivar ‘Ettinger’ que não é cultivada no Brasil (CAMPOS, 1988; GAILLARD, 1987; TEIXEIRA et al., 1992).

O abacateiro é uma árvore perenifólia que pode atingir até 20 metros de altura, apresenta sistema radicular superficial, sem pêlos radiculares. As raízes requerem altos teores de oxigênio e são muito sensíveis à má drenagem e a excessos de sais no solo. As radicelas insubersizadas e brancas crescem nos primeiros 60 cm de profundidade e são denominadas de

radicelas de alimentação, porque permitem a absorção de água e nutrientes. Essas radicelas apresentam dois ou três fluxos anuais de crescimento, que acontecem após os ciclos de crescimento dos brotos (CHANDERBALI et al., 2013). O sistema radicular do abacateiro é beneficiado pela presença de micorrizas no solo ou no substrato (GINSBURG; AVIZOHAR-HERSHENSON, 1980).

As folhas são simples e inteiras, de forma elíptica, podendo chegar a 20 cm de comprimento e 15 cm de largura com nervura penada, e a inserção desta no ramo se dá por meio de um pecíolo curto; são lisas, mas com algo de coriáceo; peninervadas e de bordos ligeiramente sinuosos; a coloração varia de verde a verde-escuro, sendo ligeiramente lustrosas na face superior, e verde-cinza-mate na face inferior. As folhas novas apresentam uma leve coloração bronzeada que desaparece posteriormente (TEIXEIRA et al., 1992). Segundo Simão (1971), algumas variedades apresentam hábito caducifólio, precedendo a floração.

Possui inflorescência terminal e subterminal com numerosas flores de coloração verde amarela, hermafroditas, com diâmetro de 0,5 a 1,5 cm. A flor não apresenta corola e o cálice é formado por 6 segmentos do perianto, dispostos em dois verticilos unidos a uma base, sendo o verticilo interno maior que o externo. Apresenta doze estames distribuídos em quatro séries de três, sendo nove funcionais e três estaminóides. As anteras são tetraloculares, o ovário unilocular, unilocular e súpero com estigma simples e estilo piloso, envolvido pelos estaminóides (CHANDERBALI et al., 2013).

O abacateiro possui dicogamia protogínica, caracterizando as variedades em grupos floríferos distintos: A e B. No grupo floral A, a flor apresenta sua primeira abertura pela manhã, como feminina, fecha por volta das 12 horas, voltando a abrir, no estágio masculino, apenas na tarde do dia seguinte, ou seja, ficando fechada por aproximadamente 24 horas. No grupo floral B, a primeira abertura, na fase feminina, ocorre no período da tarde fechando-se durante a noite, tendo a segunda abertura na manhã do dia seguinte, estando funcionalmente masculina, portanto ficando fechada por 12 horas (CHANDERBALI et al., 2013).

O fruto é uma drupa de pericarpo delgado (casca), e mesocarpo carnoso (parte comestível). Possui uma semente envolvida pelo endocarpo, cobrindo os cotilédones. O pedúnculo é de tamanho médio a longo, inserido no centro ou lateralmente no fruto por uma parte mais grossa, chamada pedicelo. Podem ocorrer grandes variações de tamanho, cor, forma, casca, polpa e semente, dependendo das raças e variedades. Seu peso pode variar de 50 g a 2,5 Kg (DONADIO, 1995).

2.4 Cultivares porta-enxerto e copa

No Brasil, utilizam-se como porta-enxertos, plantas oriundas de sementes (GREGORIOU; ECONOMIDES, 1992). Inexiste cultivares definidas para obtenção de sementes para formação dos mesmos, sendo na grande maioria obtidas de plantas de pé-franco de alto porte e vigor, de frutos grandes. Estas sementes conferem grande tamanho às plantas nelas enxertadas, além de induzir grande desuniformidade em relação à produção e qualidade de fruto. Em outros países, iniciou-se a partir da década de '90 a produção de porta-enxertos de abacateiro de origem clonal, liderada pelos programas de melhoramento de porta-enxertos desenvolvidos na Califórnia, Israel e na África do Sul (ERNST et al., 2013). A multiplicação vegetativa de porta-enxertos de abacate possibilita a uniformidade genética do pomar, conservando assim as características desejáveis, dentre elas a tolerância das plantas à *P. cinnamomi*, considerada a principal doença que afeta esta espécie. A Califórnia detém o programa pioneiro de seleção de porta-enxertos de abacate que apresentam boa tolerância à *P. cinnamomi*, tendo sido já selecionados vinte porta-enxertos que mostraram um desempenho superior sob pressão do patógeno (KREMER-KÖHNE, 2011), incluindo 'Duke 7', 'G755', 'Thomas', 'D9' e 'Barr Duke' (GAILLARD, 1987; KREMER-KÖHNE, 2011; ROE et al., 1999).

A definição da cultivar copa a ser implantada em um pomar é uma das ações mais importantes, devendo se levar em consideração aspectos como grupo floral, época de colheita, mercado consumidor, adaptação às condições edafoclimáticas da região de cultivo, entre outras. Devido a sua biologia floral, recomenda-se que as cultivares implantadas pertençam a grupos distintos e que floresçam na mesma época visando uma maior porcentagem de polinização e fixação de frutos.

No mundo predomina a produção e consumo da cultivar 'Hass', pertencente à raça guatemalense, que foi selecionada nos anos '30 na Califórnia por Rudolf Hass, sendo altamente produtiva, com grande produção de flores (DONADIO, 1995; GAILLARD, 1987), com fruto de formato oval a piriforme, de peso médio entre 180 a 300 gramas, de casca espessa, rugosa, de cor verde que se torna roxa na maturação e com polpa sem fibras e com teor de óleo entre 18 e 25 % (CRIZEL, 2008), preferidos no mercado externo pelo seu tamanho, excelentes qualidades organolépticas e aptidão para transporte.

Os frutos da cultivar 'Hass' podem permanecer na planta por um período de até seis meses após a maturação comercial, prolongando o período de colheita, que favorece o produtor e evita prejuízos quando o mercado não está favorável à comercialização

(DONADIO, 1995; KOLLER, 1992). Diferentemente do que ocorre no mundo, o mercado brasileiro é abastecido durante o ano todo com cultivares híbridas das raças antilhana e guatemalense, selecionadas localmente, que são consumidas como fruta fresca, sendo as principais a cv. ‘Geada’ de maturação precoce; as cvs. ‘Fortuna’ e ‘Quintal’ de maturação mediana, e ‘Margarida’ e ‘Breda’ de maturação tardia (CANTUARIAS-AVILÉS; SILVA, 2011).

2.5 Podridão radicular de *Phytophthora cinnamomi*

A podridão radicular do abacateiro é considerada a principal doença da cultura, bem como a mais destrutiva (PEGG et al., 2002) por afetar plantas de todas as idades, desde mudas até árvores em produção. Foi descrita pela primeira vez por Rands como o organismo causador de um cancro do tronco de árvores de canela na Sumatra, em 1922, e em abacateiros foi relatada pela primeira vez em 1929 em Porto Rico, onde causou podridão radicular grave (TUCKER, 1929). Sua presença foi relatada em mais de 1000 espécies de plantas (ZENTMYER, 1980) e, dentre os hospedeiros estão além do abacate; abacaxi, macadamia, pêssago, pêra, kiwi, castanha e plantas nativas da África e Austrália (PEGG et al., 2002). As plantas com a doença podem apresentar sintomas visuais de murcha foliar em vários níveis, condição de estresse aparente, desfolhamento, frutos pequenos e queimados pelo sol, morte de ponteiros até a completa morte da planta (BEZUIDENHOUT et al., 1987).

Esta doença é causada por um pseudofungo pertencente à Classe Oomycetes, Reino Chromista. A reprodução, crescimento e disseminação deste pseudofungo são favorecidos por água livre no solo, revolvimento de solo contaminado e uso de máquinas e equipamentos infectados (HARDY et al., 2001). São conhecidas duas raças de *P. cinnamomi*, A1 e A2. A raça A2 está amplamente distribuída no mundo, mas a raça A1 somente tem sido identificada em alguns lugares (ERWIN; RIBEIRO, 1996). Em locais onde ambas as raças estão presentes, ocorre o ciclo sexuado do patógeno, que pode sobreviver no solo na forma de oósporos.

A prevenção da doença começa desde a formação da muda e na escolha das áreas de plantio, pois esse patógeno se dissemina pela água de irrigação ou de enxurrada, por solo contaminado, por mudas de viveiros infectados e por sementes (DONADIO, 1995). Estratégias que visam a minimização dos danos e o controle desta doença baseiam-se na seleção de cultivares porta-enxertos resistentes ou tolerantes, no controle químico e em

práticas específicas de manejo do solo, entre elas aplicações gesso e calcário e de coberturas naturais (*mulching*) (PEGG et al., 2002).

Os porta-enxertos tolerantes à *P. cinnamomi* conferem rápida regeneração das radículas à planta enxertada, de modo a repor as raízes danificadas pelo patógeno (SUMIDA et al., 2009) e deter a capacidade do avanço da infecção (PEGG et al., 2002). No entanto, em condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença, a utilização de porta-enxertos tolerantes não é suficiente (PEGG et al., 2002), sobretudo quando o solo é manejado de maneira inadequada, o que favorece o aumento do inóculo (GAILLARD, 1987). Trabalhos conduzidos na África do Sul, Califórnia, Austrália e Chile mostraram que o porta-enxerto ‘Dusa’ obtido pela empresa Westfalia Technological Services, é mais resistente à *P. cinnamomi* e confere maior produtividade às copas de abacateiro ‘Hass’ quando comparado ao porta-enxerto ‘Duke 7’ (KREMER-KÖHNE, 2011).

Entre as estratégias de controle químico de *P. cinnamomi*, destaca-se o uso de fosfitos que pertencem ao grupo dos fungicidas fosfonatos, formado por sais e ésteres do ácido fosforoso (CERVERA et al., 2007; SMILLIE et al., 1989). Dentre estes, destaca-se o fosfito de potássio, com diversos efeitos biológicos em fungos e plantas (COFFEY; JOSEPH, 1985; PLAXTON; CARSWELL, 1999; WONG, 2006), inibindo o crescimento de fungos e oomicetes (EL-HAMALAWI et al., 1995; GUEST; GRANT, 1991; WILKINSON et al., 2001). Na planta, o fosfito ativa respostas de defesa (GUEST; GRANT, 1991) e seu acúmulo nos tecidos vegetais está relacionado com a capacidade de dreno dos órgãos alvos no momento da aplicação (VARADARAJAN et al., 2002).

Outras estratégias de controle de *Phytophthora* consistem em aplicações de cálcio e de matéria orgânica (BROADBENT; BAKER, 1974). O cálcio apresenta efeito supressivo sobre o crescimento dos esporângios de *Phytophthora* (MESSENGER et al., 2000) e entre as fontes de cálcio utilizadas, o gesso exerce maior poder supressivo sobre o crescimento do patógeno, além de aumentar a infiltração do solo (BEN-HUR et al., 1992), melhorando assim a drenagem interna e, reduzindo o número e o tamanho dos esporângios de *P. cinnamomi* diminuindo, portanto, a incidência de podridão radicular (MESSENGER et al., 1996).

Já a aplicação de coberturas naturais ao solo em pomares de abacateiro, visando o controle da doença, proporciona melhoria na estrutura, arejamento, porosidade, fertilidade e redução na variação da temperatura do solo (FABER et al., 2001; GALLARDO-LARO; NOGALES, 1987; GREGORIOU; RAJKUMAR, 1984); maior disponibilidade de água e nutrientes para as raízes (GREGORIOU; RAJKUMAR, 1984), menor competição de ervas daninhas (LANINI, 1988), aumento da densidade do sistema radicular e da população de

microorganismos antagônicos (YOU et al., 1996). Todos estes efeitos do uso de coberturas naturais, associado a um adequado aporte de nutrientes e fotoassimilados, contribuem para a produção e crescimento dos frutos (MOORE-GORDON et al., 1997; WOLSTENHOLME et al., 1996).

2.6 Manejo da vegetação intercalar para obtenção de cobertura vegetal e benefícios de sua utilização

O manejo de pomares na última década sofreu notáveis modificações. No passado, as intervenções culturais eram direcionadas à maximização da produção, hoje, os objetivos são melhoria da qualidade do produto e maior integração entre o cultivo e o ambiente (MARANGONI et al., 1995). Certificações da produção preconizam técnicas de manejo do solo que maximizem seu potencial natural e reduzam os aportes externos, garantindo uma produção sustentável. A cobertura vegetal se propõe como alternativa ecológica, econômica e viável no manejo do solo e na adoção de práticas conservacionistas, pois propicia redução progressiva no consumo energético (RUFATO, 2004).

A cobertura do solo com capim, palha, casca, plástico, entre outros materiais, promove melhorias e benefícios para as plantas no tocante à redução da insolação direta ao solo, evitando a alta evaporação e aumentando a flora e fauna do mesmo (OLIVEIRA; SOUZA, 2003). É recomendada para praticamente todos os solos, climas e culturas, sendo inúmeros os benefícios da adoção dessa prática (BORGES et al., 1995). Derpsch et al. (1991), utilizando resíduos de aveia preta, constataram menor variação na temperatura, a profundidade de 3 cm, em plantio direto, quando comparado ao plantio convencional, situação em que a temperatura do solo alcançou 45 °C.

As coberturas naturais têm um efeito direto nas propriedades físicas do solo, melhorando a estrutura e arejamento, proporcionando uma mudança na distribuição das raízes nas camadas superficiais do solo (FABER et al., 2001). Particularmente o uso de coberturas naturais em abacateiros é recomendado porque gera um ambiente supressivo para o desenvolvimento de *P. cinnamomi*, reduzindo o impacto deste patógeno (TURNEY; MENGE, 1994) e melhorando a condição sanitária das plantas. No entanto, para validar o efeito das aplicações de cobertura vegetal visando recuperar pomares debilitados por *P. cinnamomi* seriam necessários estudos contínuos, de maior duração, por ser este um efeito esperado a médio e longo prazo (BEN-YA'ACOV, 1995; DOWNER et al., 2002; HERMOSO et al., 1995). É importante salientar que pesquisas conduzidas em outros países produtores de

abacates comprovaram o efeito benéfico do uso de coberturas mortas na recuperação do aspecto visual sanitário das plantas afetadas pela podridão radicular de *P. cinnamomi* (DIXON et al., 2005; DOWNER; FABER; MENGE, 2001; DOWNER et al., 2001; TURNEY; MENGE, 1994). A diminuição na incidência da gomose por efeito da adição de cobertura ao solo seria decorrente do crescimento das raízes nas camadas superficiais da cobertura, que apresentam melhores condições de arejamento e menor nível de contaminação por fungos que as camadas inferiores do solo.

Embora a aplicação continuada de diversos tipos de cobertura não influenciem o desenvolvimento de plantas de abacateiro ‘Hass’ (DIXON et al., 2007; FABER et al., 2001), há relatos dos efeitos positivos da aplicação de cobertura morta sobre o desenvolvimento e melhoria da densidade do sistema radicular de plantas de abacateiro (DIXON et al., 2007; DOWNER et al., 2002; FABER et al., 2001; GREGORIU; RAJKUMAR, 1984; MAVUSO; WILLIS, 2007). Moore-Gordon et al. (1997), num estudo conduzido em pomar de abacateiro cv. ‘Hass’ na África do Sul, constataram que as plantas, nas quais foi aplicada cobertura natural sobre o solo, desenvolveram um sistema radicular mais extenso durante maior período do ano. No entanto, o crescimento do sistema radicular é um processo complexo, influenciado por inúmeros fatores como material genético, idade da planta, carga de frutos, disponibilidade de carboidratos, densidade de plantio, clima, pragas e doenças, podas, métodos de cultivo e das características químicas e físicas do solo (RENA; DAMATTA, 2002).

Além do aumento da densidade do sistema radicular nas camadas superficiais do solo, a cobertura morta também favorece um aumento da população de microorganismos antagonistas ao agente causal da doença (YOU et al., 1996). Dentre estes microorganismos antagonistas, destacam-se os actinomicetos, abundantes na microflora associada às coberturas orgânicas do solo (HENIS, 1986). Os actinomicetos inibem o crescimento de *P. cinnamomi* ao estimular os saprófitos antagonistas do patógeno e induzir efeito antibiótico sobre este, causando lisis celular e parasitismo dos zoósporos, dentre outros efeitos (COOK; BAKER, 1983; WILLIAMS; WELLINGTON, 1982). Em solos cultivados com abacateiros na Colômbia, Tofiño et al. (2012) encontraram níveis entre $8,0 \times 10^2$ a $8,5 \times 10^5$ de unidades formadoras de actinomicetos por grama de solo. Melo (1998) também relata que os actinomicetos são agentes de biocontrole de fungos fitopatogênicos.

Todos estes benefícios do uso de coberturas naturais, junto com um adequado aporte de nutrientes e fotoassimilados derivados de sua incorporação, sustentam o crescimento dos frutos e diminuem a produção de frutos pequenos. O tamanho reduzido de frutos é um problema frequente em abacateiros ‘Hass’, principalmente sob condições de deficiência de

boro ou zinco. Duas aplicações anuais de boro e sulfato de zinco ao solo em pomares de ‘Hass’ cultivados em condições de sequeiro no México, incrementaram a produção e o tamanho dos frutos e induziram um formato mais alongado dos mesmos, reduzindo a quantidade de frutos pequenos e redondos (COSSIO-VARGAS et al., 2009; SALAZAR-GARCIA et al., 2008).

Alguns trabalhos confirmam os efeitos positivos da aplicação de cobertura morta sobre o aumento da produção (MOORE-GORDON et al., 1997; WOLSTENHOLME et al., 1996). Em um estudo conduzido em pomar de abacateiro cv. ‘Hass’ na África do Sul com aplicação de cobertura de casca de pinus grossa ao solo durante três temporadas sucessivas, a produção de frutos aumentou em 22,6% (equivalente a um aumento de $22,0 \pm 1,2$ kg/planta), a massa média de frutos aumentou em 6,6% e o número de frutos classificados como aptos para exportação incrementou em 20%. Os custos da aplicação da casca de pinus foram recuperados em dois anos, sendo que a duração deste material depois de aplicado ao solo foi de cinco anos (MOORE-GORDON et al., 1997). Adicionalmente, esses autores constataram que a aplicação de cobertura de casca de pinus grossa aumentou significativamente a porcentagem de frutos de calibres grandes. Esses efeitos podem ser particularmente importantes em anos de baixa produção, nos quais o fornecimento de nutrientes é limitado e qualquer melhora no acúmulo e distribuição de reservas na planta pode aumentar a produtividade. Em Israel, Ben-Ya’acov (1995) constatou incremento de até 23% na produção de abacateiros ‘Fuerte’ com aplicações continuadas de cobertura morta durante 10 anos. Na Espanha, aplicações continuadas de coberturas mortas durante 9 anos aumentaram a produção quando comparadas com o solo ausente de cobertura ou tratado com herbicida (HERMOSO et al., 1995). Entretanto, na África do Sul e na Nova Zelândia, foi constatada ausência de efeito dos diferentes tipos de cobertura vegetal sobre a produção e tamanho médio de frutos do abacateiro ‘Hass’, um e dois anos após o início da aplicação dos mesmos, respectivamente (DIXON et al., 2007; MAVUSO; WILLIS, 2007). Os distintos efeitos das coberturas sobre a produção de frutos de abacate relatados na literatura são influenciados por numerosos fatores, tais como o tempo de aplicação das coberturas, bem como as diferenças nas condições edafoclimáticas de cada região, e o tipo e grau de fertilidade inicial dos solos.

Porto et al. (1995) observaram que a permanência de restos culturais na superfície do solo favorece não só o controle de erosão, mas também o armazenamento de água no perfil do solo e ainda exerce um efeito favorável sobre as taxas de evaporação e aeração do mesmo, assim como sobre o tipo e a intensidade das reações químicas. A cobertura vegetal contribui para melhorar a infiltração de água, evitando escoamento superficial, que acarreta a perda de

partículas do solo para rios e lagos (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990) e reduz a lixiviação de nutrientes (HILLEL, 1998).

Entretanto, devido à dificuldade e aos custos envolvidos na obtenção e distribuição no pomar, a cobertura morta é uma técnica pouco utilizada pelos produtores (DIXON et al., 2005). No Brasil, foram desenvolvidas roçadeiras enleiradoras lateral (REL), denominadas comercialmente de “ecológicas”, capazes de cortar a vegetação intercalar e distribuí-la simultaneamente sobre a linha da cultura, formando uma camada de cobertura morta sob a copa das plantas (CORÁ et al., 2005). Resultados favoráveis com a utilização da cobertura morta obtida pelo manejo da vegetação intercalar com REL em pomares de citros foram obtidos por San Martin Matheis e Victoria Filho (2005) e Bremer Neto et al. (2008). No entanto, Favero et al. (2011) e Garcia et al. (2012) não observaram diferenças no desenvolvimento da massa da vegetação intercalar com o uso de roçadeira ecológica ou convencional em pomar jovem de lima ácida Tahiti.

Segundo San Martin Matheis et al. (2006), o aumento da massa de vegetação sob a copa de plantas de citros favorece a oferta de nutrientes liberados pelo processo de decomposição da massa da vegetação intercalar na região onde há maior concentração de raízes, principalmente quando se utiliza roçadeira ecológica lateral (REL), que tritura e facilita a decomposição. San Martin Matheis e Victoria Filho (2005) observaram em pomar adulto de laranjeira, um melhor efeito supressivo das plantas daninhas em resposta à aplicação de coberturas obtidas com roçadeira enleiradora lateral (REL).

O efeito benéfico da aplicação de cobertura vegetal com gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* é a atividade potencial alelopática, que inibe a germinação de sementes e o desenvolvimento de plantas de diferentes espécies (SOUZA FILHO et al., 2005; SOUZA et al., 2006). San Martin Matheis (2004) observou em um pomar de citros em produção, que aplicações de cobertura com vegetação natural de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) resultaram no melhor efeito supressivo sobre as plantas daninhas. Faber et al. (2001) observaram um efeito supressivo pronunciado da aplicação de coberturas em diferentes espessuras sobre o crescimento de plantas daninhas, após dois anos de avaliação dos tratamentos em plantas de citros.

Na Nova Zelândia, em pomares não irrigados de abacateiro ‘Hass’, Dixon et al. (2005) também avaliaram a espessura da camada obtida com diferentes coberturas vegetais, não observando diferenças na degradação das mesmas ao longo do tempo. Este dado é muito utilizado em estudos de coberturas mortas em abacateiros para estimar o tempo de reposição das mesmas quando aplicadas externamente e o custo associado à utilização de cada material

(MAVUSO; WILLIS, 2007). Num pomar orgânico de abacateiro ‘Lamb Hass’ na África do Sul, Mavuso (2009) avaliou a espessura de distintas coberturas vegetais depositadas sob a copa das plantas, não observando diferenças desta variável e atribuindo esse resultado a ocorrência de taxas similares de degradação dos diferentes materiais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área e localização do experimento

O experimento foi instalado em uma área de produção comercial de abacateiro da cultivar ‘Hass’ sobre porta enxerto franco, na Fazenda Panorama, localizada no município de Limeira, Estado de São Paulo (latitude 22° 29' 45" S, longitude 47° 17' 44,3" W). O pomar foi implantado no ano de 2004 em espaçamento de 4 m entre plantas e 7 m entre fileiras, conduzido sem irrigação. A vegetação de ocorrência natural predominante nas entrelinhas é *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria decumbens*.

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi disposto de acordo com um delineamento em blocos aleatórios, com 5 tratamentos, a seguir: T1: ausência de vegetação na entrelinha, sem aplicação de cobertura morta sob a copa das plantas; T2: ausência de vegetação na entrelinha, com duas aplicações anuais de cobertura morta sob a copa das plantas, obtida de outro setor do pomar; T3: duas deposições anuais de cobertura morta sob a copa das plantas, obtida pelo corte da vegetação intercalar com roçadeira enleiradora lateral; T4: três deposições anuais de cobertura morta sob a copa das plantas, obtida pelo corte da vegetação intercalar com roçadeira enleiradora lateral, e T5: manutenção da vegetação espontânea na entrelinha com roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta sob a copa das plantas, 6 repetições e 5 plantas por parcela, sendo consideradas úteis as 3 plantas centrais.

Nos tratamentos T1 e T2, manejados sem cobertura vegetal na entrelinha, foram realizadas aplicações do herbicida Paraquat para manter a entrelinha limpa, registrado em outros países como herbicida de contato para abacateiro (BROMILOW, 2003).

3.3 Avaliações das plantas de abacateiro ‘Hass’

3.3.1 Análise do conteúdo mineral das folhas

Com o objetivo de avaliar os efeitos dos tratamentos na nutrição do abacateiro, foram coletadas, em fevereiro de 2012 e abril de 2013, amostras de 60 folhas maduras por parcela, da porção mediana dos ramos das brotações de primavera sem frutos, em ramos que não

estavam em crescimento. As folhas foram coletadas de árvores saudáveis e representativas do pomar, de todos os lados da árvore, a uma altura de 1,2 a 1,5 m. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em sacos de papel, devidamente identificadas e levadas ao laboratório do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP. Nesse material foram determinados os teores N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn, seguindo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). As amostras foram coletadas pelo menos 60 dias após a última adubação foliar.

3.3.2 Desenvolvimento vegetativo

A altura e o diâmetro da copa das plantas foram medidos com uma régua métrica graduada em centímetros, anualmente no mês de maio dos anos de 2011 a 2013. A altura da planta (H) foi tomada desde o solo até o plano mediano do topo da planta e o diâmetro medido no sentido perpendicular à linha de plantas, e também no sentido da linha de plantio, e posteriormente calculado os valores de diâmetro médio (D). O volume de copa (V) foi calculado pela fórmula: $V = 2/3 \pi D^2 / 4H$ (ZEKRI, 2000) em que: V = volume copa (m³); D = diâmetro médio (m), e H = altura da árvore (m) (Figura 1).

Figura 1 - Procedimento para avaliação do desenvolvimento vegetativo de plantas de abacateiro 'Hass'.

A: avaliação da altura da planta; B: avaliação do diâmetro da copa

3.3.3 Desenvolvimento radicular

A avaliação da densidade radicular foi realizada anualmente entre 2011 a 2013. Com o uso de uma sonda de PVC, de 7,5 x 50 cm, foram coletadas amostras de solo e raízes de duas plantas por parcela, de cada quadrante sob a copa, em pontos distanciados a 50 cm do tronco e a profundidade de 0-10 e 10-20 cm (Figura 2). As amostras foram homogeneizadas para formar uma amostra composta de 1 dm³. Depois de coletadas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de herbicidas da ESALQ-USP onde passaram pelos seguintes procedimentos: i) separação das raízes do solo com uso de uma peneira de malha 3 mm; ii) lavagem das raízes em água corrente; secagem à sombra por 20 minutos; iii) separação das radicelas brancas de absorção das demais raízes da amostra; iii) pesagem para obtenção da massa fresca (M_f) de cada fração de raízes, que foi expressa em gramas; iv) secagem em estufa à temperatura de 70°C até massa constante, e v) pesagem final para obtenção da massa seca (M_s), que também foi expressa em gramas. A porcentagem de massa seca radicular (MS_r) foi calculada através da expressão: $MS_r = (M_s / M_f) \times 100$

Figura 2 - Procedimento para avaliação da massa seca de raízes. A: Ferramentas utilizadas na coleta de amostras de solo e raiz; B: Orifício onde foram retiradas amostras sob a copa das árvores; C: Extração da amostra de solo e raízes da sonda de PVC para acondicionamento em saquinhos; D: Separação e lavagem de radicelas para determinação da massa fresca e posteriormente massa seca

3.3.4 Produção e tamanho de frutos

A colheita, de todas as parcelas experimentais, foi realizada entre os meses de abril e maio, de 2011 a 2013. Os resultados de produção foram utilizados para calcular a eficiência produtiva (*EP*), estimada a partir dos quilos de frutos colhidos por unidade de volume de copa de cada parcela experimental, através da expressão: $EP = \text{Produção (quilos/parcela)} / \text{Volume de copa (m}^3\text{/parcela)}$. Em 2011 foram consideradas 4 repetições e avaliada a produção conjunta das três plantas úteis por parcela (kg/parcela). Nos anos de 2012 e 2013, a produção foi avaliada individualmente em cada planta útil, pela contagem e pesagem dos frutos, considerando 6 repetições. Na colheita dos anos de 2012 e 2013 foi medido o diâmetro polar e equatorial de uma amostra aleatória de 20 frutos das três plantas de cada parcela, sendo os resultados expressos em milímetros (mm).

3.3.5. Aspecto visual sanitário das plantas

O aspecto sanitário das plantas foi avaliado utilizando uma escala de apreciação visual da condição das copas, baseada em notas ascendentes, segundo a intensidade de sintomas visuais causados por *P. cinnamomi* (BEZUIDENHOUT et al., 1987) entre os meses de abril e maio dos anos de 2011 a 2013 (Tabela 1).

Tabela 1 - Escala de notas para avaliação da condição de árvores de abacateiro afetadas pela podridão de raízes causada por *Phytophthora cinnamomi*

Nota	Descrição
0	Árvore perfeitamente sadia, folhas de cor verde escuro brilhante. Sem sintomas de murcha.
1	Primeiros sintomas de murcha, visíveis em poucas folhas maduras.
2	Murcha moderada da folhagem. A cor das folhas ainda não foi afetada.
3	A árvore apresenta condição de estresse aparente. Aumentam as folhas murchas, mas ainda não há desfolhação. A cor verde das folhas torna-se ligeiramente mais pálida.
4	Observam-se muitas folhas murchas. Aparecem os primeiros sintomas de desfolhação. As folhas apresentam-se ligeiramente cloróticas.
5	Tem ocorrido desfolhação aparente. É possível olhar através da árvore (copa transparente). As folhas estão murchas e de cor verde clara. Muitos frutos apresentam queimadura de sol na face iluminada da árvore.
6	Desfolhação severa, as folhas têm cor verde pálida a amarela. Os frutos são pequenos e queimados pelo sol. Ainda não se observa morte dos ponteiros dos galhos.
7	Morte de ponteiros em alguns ramos.
8	Observam-se alguns ramos completamente mortos.
9	Mais da metade dos ramos da árvore mortos.
10	Árvore morta.

Fonte: Bezuidenhout et al. (1987)

3.4. Produção de massa seca da cobertura vegetal e análise de solo

3.4.1 Massa seca da vegetação intercalar

A avaliação da massa seca da vegetação intercalar foi realizada antes das roçagens das entrelinhas nos tratamentos T3, T4 e T5. Para esta avaliação, cortou-se, com o uso de um facão, a vegetação contida dentro de um quadro com área de 0,25 m² (0,50 m x 0,50 m) lançado nas áreas mais homogêneas da entrelinha (Figura 3), coletando-se material em um ponto a cada lado da entrelinha (superior e inferior) totalizando assim 2 amostras por tratamento e parcela. Os pontos coletados não estavam alinhados entre si. O material coletado foi colocado em saco de papel, identificado e encaminhado à estufa para secagem à temperatura de 70°C até massa constante, para obtenção do peso seco da massa intercalar, expresso em gramas de matéria seca por metro quadrado de área.

Figura 3 - Quadro de 0,50 x 0,50 m (0,25 m²) utilizado para delimitar a área de corte na avaliação da massa da vegetação intercalar

3.4.2 Massa seca da cobertura morta

A massa seca da cobertura depositada sob a copa das plantas foi avaliada nos tratamentos T2, T3 e T4 entre os meses de fevereiro de 2011 a dezembro de 2012, totalizando oito coletas. Em cada data foram amostrados três pontos sob a copa em uma planta por parcela, alinhados entre si e perpendiculares à linha de plantio, com uso de um quadro com área de 0,25 m² (0,50 x 0,50 m). O material coletado foi colocado em saco de papel, identificado e encaminhado à estufa para secagem à temperatura de 70°C até massa constante. Após secagem, foi obtido o peso seco da cobertura morta depositada sob a copa, que foi expresso em gramas por metro quadrado de área.

3.4.3 Supressão de plantas daninhas sob a copa

Entre 2011 e 2013, a área invadida por plantas daninhas foi avaliada em sete datas, em um ponto aleatório sob a copa de cada uma das três plantas úteis da parcela, com o auxílio de um quadro de 0,25 m² (0,50 x 0,50 m) que foi lançado aleatoriamente sobre a cobertura natural, a uma distância aproximada de 1 metro do tronco, sendo contadas separadamente as plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas observadas na área delimitada pelo quadro.

3.4.4 Degradação da cobertura vegetal na fileira

Para medir a espessura da camada de cobertura aplicada ao solo, foram colocadas estacas de madeira a uma distância de 30 centímetros do tronco. Na primeira medição, em 8 de fevereiro de 2012, foi avaliado um ponto por parcela. Já nas medições seguintes (19 dezembro de 2012 e 30 abril de 2013) foram medidos dois pontos por parcela. Em todas as medições, a espessura da camada de cobertura morta depositada em cada estaca foi medida utilizando uma fita métrica presa a um suporte de madeira.

3.4.5 Características químicas do solo

Em 14 de fevereiro de 2011, antes do início da aplicação dos tratamentos, foram retiradas duas amostras de solo na projeção da copa (linha) e duas amostras na entrelinha da cultura, utilizando-se uma sonda de PVC nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, resultando em oito subamostras na área experimental. Uma segunda amostragem foi realizada no fim do experimento, em abril de 2013, em duas plantas por parcela, com o objetivo de avaliar o efeito dos tratamentos nas características químicas do solo, nas mesmas profundidades acima, totalizando 80 amostras. Após a coleta, as amostras foram colocadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas para o Laboratório do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP, onde foram secas em estufas de circulação forçada de ar sob temperatura de 45°C. Nesse material foram determinadas as seguintes características químicas: pH, matéria orgânica, teores de P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, CTC e volume de saturação de bases (V%), seguindo a metodologia descrita por Raij (1991). As amostras foram coletadas pelo menos 60 dias após a última adubação de solo.

3.4.6 População de *Phytophthora cinnamomi* e actinomicetos no solo

Em abril de 2012 e 2013 foram coletadas amostras de solo e raízes para quantificação de *P. cinnamomi* em quatro pontos ao redor da copa, em cada uma das três plantas úteis de cada parcela, na profundidade de 0-20 cm e a 0,50 cm do tronco, utilizando uma sonda de PVC. As amostras das três plantas foram homogeneizadas para obter uma amostra composta por parcela. Parte do conteúdo dessas amostras foi enviada ao Laboratório de Fungos Patogênicos da ESALQ/USP. Após a homogeneização de cada amostra, uma alíquota de 10 g de solo foi colocada em um erlenmeyer, no qual foram adicionados 90 mL de água destilada e esterilizada, sendo depois levado para mesa de agitação por 20 minutos. Posteriormente foram

realizadas duas diluições (10^{-1} e 10^{-3}). De cada amostra foi pipetada uma alíquota de 100 μ L que foi colocada em placa de Petri utilizando o método de espalhamento (ANTUNES, 1995) no meio de cultura PARPNH-Agar, contendo 16 g de Agar, 3g de CaCO_3 , 100 mL de suco vegetal (V8) e 750 mL de água destilada. Ao meio de cultura foram adicionadas 0,00133 mg do antibiótico PCNB, 250 mg de ampicilina, 100 mg de rifampicina e 12,5 mg de piramicina. Após a diluição desse meio de cultura em 100 mL de água destilada, foram adicionados 25 mg de hidroximetil isoxazol e 0,1 mg de Nystatina, para o crescimento das colônias de *Phytophthora* spp. Setenta e duas horas após o estabelecimento da cultura fez-se a contagem do número de colônias do patógeno em cada placa, sendo o valor obtido multiplicado por mil para obtenção das unidades formadoras de colônias de *Phytophthora cinnamomi* em 10 gramas de solo. Com essas análises foi possível estimar a população do patógeno presente no solo de cada tratamento.

A outra parte das amostras foi encaminhada ao Laboratório de Microbiologia da ESALQ/USP e analisada segundo os procedimentos propostos por Oliveira (2003) para quantificação da população de actinomicetos. Após a homogeneização, uma alíquota de 10 g de cada amostra foi colocada em um erlenmeyer, no qual foram adicionados 90 mL de água destilada e esterilizada e levados para mesa de agitação por 20 minutos, obtendo-se a diluição de 10^{-1} . Posteriormente foram obtidas as diluições de 10^{-3} e 10^{-4} . De cada amostra foi pipetada uma alíquota de 100 μ L que foi colocada em placa de Petri utilizando o método de espalhamento (ANTUNES, 1995) no meio de cultura ISP2 (extrato de levedura malte-agar-agar), apropriado para o crescimento das colônias de actinomicetos, contendo 4 g de extrato de levedura, 10 g de extrato de malte, 4 g de glicose, 1 litro de água destilada, 15 gramas de agar, sendo o pH ajustado para 7,3. Quarenta e oito horas após o estabelecimento da cultura fez-se a contagem do número de unidades formadoras de colônias de actinomicetos por amostra de 10 gramas de solo.

3.5. Análise dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada com a utilização do programa SAS, submetendo-os à análise de variância paramétrica (Teste de Fischer) e não-paramétrica (Teste de Friedman). As médias foram comparadas pelos testes de Tukey e Tukey-Kramer. Para todas as análises foi considerado um nível de 5% de significância. No ano de 2011, os dados de volume de copa, desenvolvimento radicular, eficiência produtiva foram previamente

transformados ($\hat{y} = y^{0.2}$), para cumprir com os supostos da análise da variância (PIMENTEL-GOMES, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise do conteúdo mineral das folhas

Os tratamentos afetaram somente os teores de zinco, no ano de 2012, e potássio, enxofre e ferro, no ano de 2013 (Tabela 2). Em 2012, as plantas, que receberam duas deposições anuais de cobertura com roçadeira enleiradora lateral (T3), apresentaram maior teor foliar de zinco comparada às plantas do tratamento com aplicação de cobertura externa (T2).

No ano de 2013, as plantas, tratadas com duas (T3) e três (T4) deposições anuais de cobertura morta na linha obtidas com roçadeira enleiradora lateral (REL), apresentaram maior teor de ferro e menor teor de potássio nas folhas. Nas plantas cujas entrelinhas foram manejadas com roçadeira convencional (T5), foram registrados maiores teores foliares de enxofre e potássio (Tabela 2).

Analisando os teores foliares de macronutrientes e micronutrientes em todos os tratamentos e anos avaliados, é evidente que durante a realização desse experimento o pomar se encontrava num estado nutricional comprometido. O nitrogênio foliar, que em 2012 variou entre 14,86 g kg⁻¹ no T5 a 15,74 g kg⁻¹ no T1, foi muito inferior ao recomendado para esse nutriente na cv. ‘Hass’, que é de 22 a 25 g kg⁻¹ (KÖHNE et al., 1990; RAIJ, 1991). No ano de 2013, observou-se um leve incremento nos teores foliares de nitrogênio, embora continuassem na faixa deficitária. Para abacateiros em geral, Donadio (1995) recomenda a aplicação de 60 a 120 kg/ha de N quando os teores de N nas folhas são inferiores a 20 g kg⁻¹, para obter uma produtividade de 10 a 25 toneladas por hectare.

Em 2012 e 2013, os teores foliares de potássio se encontravam abaixo dos recomendados para o abacateiro ‘Hass’ (7,5 a 20 g kg⁻¹). Situação similar pôde ser observada para os teores foliares de enxofre que estiveram muito próximos aos valores mínimos recomendados para abacateiro ‘Hass’, de 2,0 g kg⁻¹.

No que se refere aos micronutrientes, as deficiências nutricionais de zinco e boro foram as mais severas. Embora não tenham sido observadas diferenças entre os tratamentos no teor foliar de boro, tanto no ano de 2012 como 2013 foram registrados teores deficitários deste micronutriente, com valores médios de 25,91 mg kg⁻¹ em 2012 e 17,16 mg kg⁻¹ em 2013, que estão muito abaixo de 50 mg kg⁻¹ considerado como mínimo recomendado para pomares em produção. Em abacateiros, o boro é essencial para a produção e qualidade de frutos. Um trabalho conduzido em dois pomares de abacateiro ‘Hass’ em condições de

sequeiro no México demonstrou que uma ou duas aplicações de boro ao solo incrementaram em 28% a produção total de frutos e aumentaram em 39% a produção de frutos de calibre grande (170 a 266 gramas) (COSSIO-VARGAS et al., 2009).

Os teores foliares de zinco avaliados em todos os tratamentos no ano de 2012 estiveram dentro da faixa adequada de recomendação, de 30 a 150 mg kg⁻¹ (KÖHNE et al., 1990; RAIJ, 1991), com o T3 apresentando maior teor foliar desse nutriente quando comparado ao T2. No entanto, no ano de 2013 houve uma redução desses teores em todos os tratamentos, que passaram a ser deficitários (22,00 a 24,13 mg kg⁻¹). Em abacateiros, esses níveis foliares de zinco causam severa redução na produção e no tamanho dos frutos, que se tornam arredondados e de menor valor comercial como observado por Salazar-Garcia et al. (2008).

Tabela 2- Composição química das folhas de abacateiros ‘Hass’, Limeira, SP, 2012 e 2013

Tratamentos	Ano 2012										
	Macronutrientes						Micronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
T1	15,74 a	1,27 a	7,21 a	19,90 a	5,85 a	1,83 a	24,68 a	39,90 a	133,18 a	194,43 a	37,65 ab
T2	15,57 a	1,33 a	7,27 a	18,96 a	5,15 a	2,11 a	28,78 a	43,60 a	114,13 a	222,90 a	33,60 b
T3	14,56 a	1,11 a	5,93 a	20,50 a	5,98 a	2,09 a	25,24 a	50,55 a	135,10 a	274,83 a	45,73 a
T4	15,03 a	1,26 a	6,38 a	18,21 a	5,53 a	2,09 a	22,93 a	41,95 a	122,95 a	199,50 a	39,63 ab
T5	14,86 a	1,15 a	6,31 a	20,54 a	5,85 a	1,83 a	25,90 a	45,08 a	117,10 a	237,80 a	39,68 ab
CV (%)	6,23	11,52	22,92	13,58	11,74	15,86	12,58	14,44	14,69	17,15	11,95
Valor P	0, 3416	0, 964	0, 8335	0, 8548	0, 7404	0, 9612	0, 2779	0, 503	0, 4204	0, 0733	0, 0414
Tratamentos	Ano 2013										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu *	Fe	Mn	Zn *
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
	T1	20,65 a	1,60 a	5,78 b	15,30 a	3,28 a	2,05 ab	16,16 a	17,38 a	82,38 b	154,13 a
T2	21,85 a	1,57 a	7,21 a	12,91 a	3,20 a	1,71 b	18,10 a	16,50 a	79,13 b	156,25 a	22,00 a
T3	18,81 a	1,52 a	5,80 b	15,35 a	3,53 a	2,00 ab	17,60 a	22,63 a	93,88 a	183,50 a	23,88 a
T4	20,54 a	1,65 a	5,62 b	13,05 a	3,38 a	2,03 ab	15,08 a	28,63 a	96,25 a	152,13 a	23,38 a
T5	21,47 a	1,54 a	7,34 a	13,93 a	3,50 a	2,20 a	18,84 a	22,50 a	88,38 ab	194,13 a	24,13 a
CV (%)	13,68	9,23	8,99	15,87	10,97	10,21	16,48	40,82	5,39	14,94	53,79
Valor P	0, 6141	0, 7374	0, 0024	0, 3981	0, 6865	0, 0036	0, 3788	0, 066	0, 0011	0, 1088	0, 788

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey) e *(Tukey-Kramer, P <0,05).

T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas; T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano; T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral; T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral; T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha

4.2 Desenvolvimento vegetativo

A medição de volume de copa indicou diferenças significativas entre tratamentos nos anos de 2011 e 2012, as quais não foram observadas no ano de 2013 (Tabela 3). Embora em todos os tratamentos tenha sido observado incremento no desenvolvimento das plantas no tempo, dois anos após o início das aplicações, as plantas que receberam duas deposições anuais de cobertura morta obtida com REL (T3) e aquelas cuja vegetação intercalar foi mantida com roçadeira convencional (T5) apresentaram maior aumento desta variável.

A evolução do tamanho das plantas após dois anos da aplicação dos tratamentos não pode ser atribuído exclusivamente ao efeito dos mesmos. O maior tamanho das copas deve-se principalmente ao avanço da idade das plantas, sendo este fator difícil de ser separado do efeito dos tratamentos. Em trabalhos de aplicações de diversas coberturas em abacateiros ‘Hass’ durante três anos, avaliados na Nova Zelândia, não foi constatado efeito dos tratamentos sobre o crescimento das plantas (DIXON et al., 2007). Faber et al. (2001), avaliando o efeito da aplicação de coberturas em plantas de abacateiros ‘Hass’ sobre três porta-enxertos, não observaram diferenças significativas no volume de copa das plantas entre os tratamentos sem e com cobertura de 15 cm de espessura, mesmo após quatro anos de sucessivas aplicações.

Tabela 3 - Volume médio da copa de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2011 a 2013

Tratamentos	Volume de copa (m ³ planta ⁻¹)		
	2011*	2012	2013
T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas	47,31 ab	86,43 ab	97,50 a
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	41,84 ab	72,83 b	88,57 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	58,18 a	97,99 a	122,69 a
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	37,67 b	72,99 b	83,06 a
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	46,80 ab	90,85 ab	102,96 a
CV (%)	5,53	26,03	34,17
Valor P	0,0041	0,0032	0,0603

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey). *Os dados originais foram transformados ($\hat{y} = y^{0.2}$)

Figura 4 - Comparação do volume de copa médio (m³ planta⁻¹) de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013

4.3 Desenvolvimento radicular

A porcentagem de matéria seca de raízes medida em duas profundidades do solo, não acusou diferenças significativas entre os tratamentos em nenhum dos anos avaliados (Tabela 4). No entanto, uma comparação entre os resultados dos anos 2011 e 2013, indicou que as plantas que receberam duas (T3) e três (T4) deposições anuais de cobertura morta obtida com REL apresentaram maior incremento nos teores de matéria seca de raízes na profundidade de 0-10 cm (Figura 5a). Isto confirma o maior desenvolvimento radicular ocorrido após dois anos de aplicações de coberturas nesses tratamentos. Na camada de 10-20 cm não foram observadas diferenças nesta variável para todos os tratamentos (Figura 5b).

Tabela 4 – Matéria seca de raízes (%), em duas profundidades do solo, de abacateiros ‘Hass’ submetidos a diferentes sistemas de manejo do solo. Limeira, SP, 2011 a 2013

Tratamentos	Matéria seca de raízes (%)							
	09/11/2011		17/05/2012		30/11/2012		19/04/2013	
	0-10 cm*	10-20 cm*	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm**	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas	21,44 a	13,84 a	29,46 a	30,90 a	30,99 a	34,52 a	36,78 a	34,40 a
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	17,81 a	12,88 a	23,72 a	29,07 a	38,81 a	31,49 a	30,90 a	30,66 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	11,54 a	19,84 a	28,30 a	34,18 a	30,33 a	35,79 a	38,62 a	27,22 a
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	11,95 a	20,67 a	24,01 a	30,22 a	37,13 a	37,68 a	36,00 a	38,20 a
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	16,74 a	21,04 a	26,22 a	26,36 a	48,49 a	35,38 a	30,87 a	38,02 a
CV (%)	19,22	20,69	13,99	17,32	47,72	26,47	26,53	30,38
Valor P	0,3485	0,2541	0,05	0,2048	0,114	0,8256	0,5473	0,3878

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey) e ** (Tukey-Kramer, $P < 0,05$). *Os dados originais foram transformados ($\hat{y} = \log_{10} y$)

Figura 5a - Comparação da matéria seca de raízes (%), na profundidade de 0-10 cm do solo, de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos nos anos de 2011 e 2013

Figura 5b - Comparação da matéria seca de raízes (%), na profundidade de 10-20 cm do solo, de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos nos anos de 2011 e 2013

Os resultados obtidos neste trabalho confirmam os efeitos positivos da aplicação de cobertura morta sobre o desenvolvimento radicular das plantas de abacateiro, previamente relatados por diversos autores, que também verificaram aumento da densidade e melhoria no sistema radicular das plantas (DIXON et al., 2007; DOWNER et al., 2002; FABER et al., 2001; GREGORIU; RAJKUMAR, 1984; MAVUSO; WILLIS, 2007). O crescimento do sistema radicular é um processo complexo, que depende do material genético, idade da planta,

carga de frutos, disponibilidade de carboidratos, densidade de plantio, clima, pragas e doenças, podas, métodos de cultivo e das características químicas e físicas do solo (RENA; DAMATTA, 2002).

4.4 Produção de frutos

Na primeira avaliação da produção, realizada em 13 de abril de 2011, não foram registradas diferenças entre os tratamentos sobre a produção média de frutos por planta (Tabela 5). A ausência da influência dos tratamentos no primeiro ano de avaliação do experimento sobre a produção deve-se ao fato de que estes frutos se desenvolveram sem influência das aplicações de coberturas no solo, visto que os mesmos foram iniciados em data posterior ao florescimento e fixação dos frutos dessa safra.

Em 2012, um ano após a aplicação dos tratamentos, foram observadas diferenças significativas na produção e número de frutos (Tabela 5). Nesse ano, o tratamento que recebeu duas deposições de cobertura morta obtida com REL (T3) apresentou maior produção média e número de frutos por planta, enquanto o tratamento que recebeu duas aplicações externas de cobertura sob a copa (T2) apresentou a menor produção e quantidade de frutos, respectivamente. No ano de 2013, não foram observadas diferenças significativas nessas variáveis de produção entre os tratamentos (Tabela 5).

A comparação entre a produção colhida nos anos de 2012 e 2013 (Figura 6), avaliada individualmente nas plantas úteis de cada parcela em seis repetições, indicou maior incremento da produção nos tratamentos em que as plantas receberam duas aplicações externas anuais de cobertura sob a copa (T2) e nas plantas que receberam três deposições de cobertura morta obtida com REL (T4).

Os resultados obtidos neste trabalho confirmam parcialmente os efeitos positivos da aplicação de cobertura morta sobre o aumento da produção (MOORE-GORDON et al., 1997; WOLSTENHOLME et al., 1996). No entanto, Mavuso e Willis (2007), na África do Sul, e Dixon et al. (2007), na Nova Zelândia, constataram a ausência de efeito dos diferentes tipos de cobertura vegetal sobre a produção e tamanho médio de frutos do abacateiro ‘Hass’, um e dois anos após o início da aplicação dos mesmos, respectivamente. Os distintos efeitos das coberturas sobre a produção de frutos de abacate relatados na literatura são influenciados por numerosos fatores, tais como o tempo de aplicação das coberturas, bem como as diferenças nas condições edafoclimáticas de cada região, e o tipo e grau de fertilidade inicial dos solos.

Em outro trabalho, realizado em Israel, Ben-Ya'acov (1995) constatou incremento de até 23% na produção de abacateiros 'Fuerte' tratados com aplicações continuadas de cobertura morta durante 10 anos. Na Espanha, aplicações continuadas de coberturas mortas durante 9 anos aumentaram a produção quando comparadas com o solo ausente de cobertura ou tratado com herbicida (HERMOSO et al., 1995).

Nenhuma diferença foi observada nos valores de eficiência produtiva avaliados durante o período do experimento (Tabela 6). A comparação dos resultados da eficiência produtiva avaliados nos anos de 2012 e 2013 indicou um aumento desta variável para as plantas que receberam duas aplicações externas anuais de cobertura morta (T2) e três deposições anuais de cobertura morta obtida com REL (T4), e uma redução para as plantas que não receberam deposição de cobertura morta (T1), naquelas que receberam duas deposições anuais de cobertura morta obtida com REL (T3) e nas plantas cuja vegetação intercalar foi mantida com roçadeira convencional (T5) (Figura 7). Os maiores valores observados para eficiência produtiva nos tratamentos T2 e T4 podem ser explicados pelo aumento simultâneo nas duas variáveis que calculam esse índice, não podendo ser atribuído apenas a uma maior produção de frutos. Na avaliação de distintos manejos da vegetação intercalar conduzido durante 9 anos na Espanha, Hermoso et al. (1995) verificaram um efeito similar entre a prática da gradagem, roçagem e mulching sobre a eficiência produtiva de plantas adultas de abacateiro 'Hass'.

Tabela 5 - Produção média (kg planta⁻¹) e número de frutos de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2011 a 2013

Tratamentos	Produção média (kg planta ⁻¹)			Número de frutos por planta	
	2011	2012	2013	2012	2013
T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas	69,58 a	60,96 ab	97,15 a	405 ab	718 a
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	101,20 a	43,95 b	90,98 a	297 b	657 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	90,03 a	93,38 a	126,01 a	670 a	791 a
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	69,35 a	50,41 ab	94,76 a	344 ab	659 a
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	84,23 a	85,12 ab	106,32 a	552 ab	729 a
CV (%)	47,63	53,56	56,94	53,44	57,26
Valor P (Friedman)	0,1847	0,038	0,881	0,033	0,991

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer, P <0,05)

Figura 6 - Comparação da produção média (kg planta⁻¹) de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013

Tabela 6 - Eficiência produtiva média (kg m^{-3}) de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2011 a 2013

Tratamentos	Eficiência produtiva (kg m^{-3})		
	2011**	2012*	2013***
T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas	4,80 a	0,68 a	0,90 a
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	8,13 a	0,60 a	1,01 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	4,85 a	0,89 a	0,99 a
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	6,23 a	0,59 a	1,11 a
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	5,36 a	0,94 a	1,04 a
CV (%)	20,09	54,82	57,16
Valor P	0, 2766	0, 153	0, 977

*Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey)

**Os dados originais foram transformados ($\hat{y} = \log_{10} y$)

*** Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer, $P < 0,05$)

Figura 7 - Comparação da eficiência produtiva (kg m^{-3}) de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013

4.5 Tamanho de fruto

No ano de 2012 não foram registradas diferenças significativas entre os tratamentos para altura de frutos (L) (Tabela 7). No entanto, foi verificado um menor diâmetro de frutos nas plantas que receberam aplicação externa de cobertura sob a copa (T2), três deposições anuais de cobertura morta obtida com REL (T4) e naquelas cuja vegetação intercalar foi mantida com roçadeira convencional (T5). A redução do diâmetro nesses tratamentos resultou em aumento na relação L/D que caracteriza um formato de fruto mais alongado. Relacionando esses resultados com a produção obtida no ano de 2012, observou-se que o menor tamanho dos frutos do tratamento (T2) não foi resultado de uma maior produção, pois esse tratamento produziu a menor massa e número de frutos por planta. Em 2013, não houve efeito dos tratamentos sobre altura, diâmetro e relação L/D dos frutos (Tabela 7).

A comparação das medições de altura e diâmetro dos frutos entre os anos de 2012 e 2013 (Figuras 8 a, b) indicaram que houve maior incremento na altura e diâmetro dos frutos nos tratamentos que receberam duas (T3) e três (T4) deposições de cobertura morta obtida com REL e no tratamento cuja vegetação intercalar foi manejada com vegetação intercalar (T5). No entanto, o incremento na produção observado nesses tratamentos no mesmo período não explica o aumento nas variáveis de altura e diâmetro dos frutos. Provavelmente esse efeito seja resultado da aplicação de fitorreguladores vegetais no florescimento do pomar experimental no ano de 2012, que favoreceram a ocorrência de tal situação. O agravamento da

situação da condição nutricional do pomar observado no período 2012 e 2013, comprovados pelos resultados das análises foliares de macronutrientes e micronutrientes, determina uma condição desfavorável para o uso de fitorreguladores durante o florescimento. Essas substâncias são recomendadas para situações em que as plantas estejam bem nutridas e em bom estado sanitário (SCHAFFER et al., 2013). Na comparação entre 2012 e 2013, a relação L/D dos frutos de abacateiro ‘Hass’ diminuiu em todos os tratamentos, indicando um formato de fruto mais arredondado (Figura 8 c). Esses resultados podem ser explicados pela deficiência de zinco, o que foi comprovado no resultado das análises foliares, uma vez que, de acordo com Salazar-Garcia et al. (2008), a deficiência deste nutriente resulta na formação de frutos pequenos e arredondados.

Tabela 7 - Altura (L), Diâmetro (D) e relação L/D de frutos de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2012 e 2013

Tratamentos	Anos					
	2012			2013		
	L (mm)	D (mm)	Formato do fruto (L/D)	L (mm)	D (mm)	Formato do fruto (L/D)
T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas	84,00 a	57,63 a	1,46 c	87,29 a	61,35 a	1,42 a
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	83,86 a	55,28 b	1,52 a	86,16 a	60,84 a	1,42 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	82,44 a	56,16 ab	1,47 bc	88,99 a	63,13 a	1,41 a
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	82,77 a	55,46 b	1,50 ab	87,72 a	61,31 a	1,44 a
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	82,42 a	56,21 b	1,47 bc	90,12 a	62,91 a	1,43 a
CV (%)	55,66	55,84	56,83	54,31	54,08	56,17
Valor P (Friedman)	0,204	0,002	0,001	0,6764	0,4825	0,7482

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer, $P < 0,05$)

Figura 8a - Comparação da altura de frutos (mm) de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013

Figura 8b - Comparação do diâmetro de frutos (mm) de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013

Figura 8c- Comparação da relação altura:diâmetro (L/D) de frutos de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013

4.6 Aspecto visual sanitário das plantas

Na avaliação do aspecto visual sanitário das plantas realizada nos anos de 2011 a 2013 não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos (Tabela 8). Quando as notas foram comparadas entre os anos de 2011 e 2012, observou-se uma redução das mesmas nos tratamentos que receberam duas aplicações externas anuais de cobertura vegetal (T2) e naquele cuja vegetação intercalar foi mantida com roçadeira convencional (T5), indicando uma recuperação das plantas nesses tratamentos (Figura 9a). Entre os anos de 2012 e 2013 também foi observado uma melhora no aspecto visual das plantas cuja vegetação intercalar foi mantida com roçadeira convencional (T5) (Figura 9b). Esses resultados não permitem visualizar um efeito benéfico do uso de coberturas sobre o aspecto visual sanitário das plantas, como esperado desde a implantação deste trabalho. No entanto, para validar o efeito das aplicações de cobertura vegetal visando recuperar pomares debilitados por *P. cinnamomi* seriam necessários estudos de maior duração, por ser este um efeito esperado a médio e longo prazo (BEN-YA'ACOV, 1995; DOWNER et al., 2002; HERMOSO et al., 1995). É importante salientar que pesquisas conduzidas em outros países produtores de abacates comprovaram o efeito benéfico do uso de coberturas mortas na recuperação do aspecto visual sanitário das plantas afetadas pela podridão radicular de *P. cinnamomi* (DIXON et al., 2005; DOWNER et al., 2001; DOWNER; FABER; MENGE, 2001; TURNEY; MENGE, 1994).

Tabela 8 - Nota média do aspecto visual sanitário das plantas de abacateiro ‘Hass’ nos distintos tratamentos. Limeira, SP, 2011 a 2013

Tratamentos	Nota média		
	2011	2012	2013
T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas	4,58 a	4,06 a	4,28 a
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	5,92 a	4,50 a	4,67 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	4,67 a	4,44 a	4,06 a
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	5,33 a	4,83 a	4,83 a
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	5,00 a	4,24 a	3,59 a
CV (%)	25,94	40,63	35,02
Valor P (Friedman)	0,2185	0,285	0,1000

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer, $P < 0,05$)

Figura 9a - Comparação do aspecto visual sanitário (notas 0-10) das plantas de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2012

Figura 9b - Comparação do aspecto visual sanitário (notas 0-10) das plantas de abacateiros ‘Hass’ nos distintos tratamentos, entre os anos de 2012 e 2013

4.7 Produção de massa seca

4.7.1 Produção de massa seca da vegetação intercalar em função do tipo de roçadeira utilizada

Nenhuma diferença significativa foi observada no desenvolvimento da massa seca da vegetação intercalar em 2011, um ano após o início da aplicação dos distintos manejos (Tabela 9). Já em 2012, o manejo da vegetação intercalar com roçadeira convencional (T5) resultou em maior desenvolvimento da massa seca vegetal na entrelinha, o qual não é desejável para a prática de manejo, pois implica na necessidade de um maior número de roçagens, necessárias para a manutenção de uma vegetação intercalar baixa. Nesse contexto, a utilização da roçadeira ecológica (REL) com dois (T3) ou três (T4) cortes anuais propiciaria um menor desenvolvimento desta vegetação, facilitando o manejo.

A análise dos valores médios da produção de massa seca intercalar no período 2011-2012 não apontou diferenças significativas entre o manejo com REL (T3 e T4) e roçadeira convencional (T5) (Figura 10). Desses resultados pode-se concluir que o tipo de manejo aplicado para o corte da vegetação intercalar, seja utilizando roçadeira convencional (T5) em três cortes anuais, ou roçadeira ecológica (REL) em dois (T3) ou três cortes anuais (T4), não afetou a quantidade da massa seca produzida na entrelinha.

Tabela 9 - Produção média de massa seca da vegetação intercalar (g m^{-2}) manejada com roçadeira convencional e roçadeira enleiradora lateral em diferentes frequências, em pomar de abacateiro 'Hass'. Limeira, SP, 2011 e 2012

Tratamentos	Massa seca da vegetação intercalar (g m^{-2})	
	2011	2012
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	281,90 a	375,33 b
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	282,70 a	378,98 b
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	325,18 a	521,48 a
CV (%)	7,69	20,26
Valor P	0,0588	0,0232

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey)

Figura 10 - Média da massa seca da vegetação intercalar (g m^{-2}) avaliada em plantas de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2012

4.7.2 Massa seca da cobertura morta depositada sob a linha

No ano de 2011, a aplicação externa de cobertura morta (T2) favoreceu a deposição de uma maior quantidade de massa seca da cobertura vegetal sob a copa das plantas de abacateiro quando comparadas às quantidades depositadas pelo uso da roçadeira enleiradora lateral (REL) com dois (T3) cortes anuais (Tabela 10). Em 2012, o tratamento T2 apresentou um efeito significativo em relação aos tratamentos que utilizaram dois (T3) ou três (T4) cortes anuais com REL.

A aplicação de cobertura morta externa (T2) se justificaria caso as espécies intercalares predominantes, no caso deste experimento, *Brachiaria decumbens*, apresentassem efeitos alelopáticos prejudiciais ao desenvolvimento, produção e desenvolvimento radicular das plantas de abacateiro, os quais não foram observados. Segundo Souza Filho et al. (2005); Souza et al. (2006), gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* possuem atividade potencial alelopática, inibitória da germinação de sementes e do desenvolvimento de plantas de diferentes espécies.

A análise dos valores médios desta variável no período 2011-2012 apontou diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 11). O manejo da vegetação intercalar utilizando dois (T3) ou três (T4) cortes anuais com REL depositou uma quantidade similar de cobertura morta sob a copa das plantas de abacateiro, mas inferior à quantidade depositada pela aplicação externa de cobertura morta (T2). No entanto, este último manejo (T2) torna-se uma prática inviável ao produtor, pois requer mão-de-obra, maquinário e tempo para obter e transportar a cobertura morta de outra área até o local de aplicação e distribuí-la uniformemente sob a copa das plantas de abacateiro ‘Hass’.

Tabela 10 - Produção média da massa seca da cobertura morta (g m^{-2}) depositada sob a linha de plantas de abacateiro 'Hass' em função do manejo da vegetação intercalar. Limeira, SP, 2011 e 2012

Tratamentos	Massa seca da cobertura morta (g m^{-2})	
	2011	2012
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	507,60 a	1299,90 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	305,48 b	418,90 b
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	326,35 ab	378,60 b
CV (%)	22,33	32,66
Valor P	0,0281	0,002

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey)

Figura 11 - Média da massa seca da cobertura morta (g m^{-2}) depositada sob a copa das plantas de abacateiros 'Hass' nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2012

4.8 Supressão de plantas daninhas sob a copa

Na primeira avaliação da supressão de plantas daninhas em 2011, (Tabela 11), o tratamento com manejo da vegetação intercalar utilizando roçadeira convencional (T5) apresentou maior número de plantas dicotiledôneas comparado com o tratamento de duas deposições anuais de cobertura morta obtida com REL (T3). Esse resultado é consequência da remoção da camada de cobertura natural acumulada sob a copa das plantas do T5 que deixou o solo descoberto e favoreceu o maior desenvolvimento das plantas daninhas observado. O efeito deste tratamento se manteve em todo o período de avaliações. Nenhuma diferença foi observada entre os tratamentos para o número de plantas daninhas monocotiledôneas.

No ano de 2012, após a roçagem do mês de abril, foram conduzidas quatro contagens de plantas daninhas entre os meses de maio a agosto. Neste período, os diferentes tratamentos de manejo de coberturas avaliados influenciaram o número de ambos os tipos de plantas daninhas, com exceção da contagem de junho, realizada quarenta e nove dias após a roçagem, em que não foram observadas diferenças entre tratamentos para o número de monocotiledôneas. Nesse período de avaliação, o tratamento sem deposição de cobertura sob a copa e sem vegetação na entrelinha (T1) e o tratamento com manejo da vegetação intercalar utilizando roçadeira convencional (T5) favoreceram o maior desenvolvimento das plantas daninhas. Os mesmos resultados foram observados na última avaliação do mês de novembro de 2012, realizada onze dias após a última roçagem (Tabela 11).

Em 2013, o tratamento sem deposição de cobertura sob a copa e sem vegetação na entrelinha (T1) apresentou maior número de ambos os tipos de plantas daninhas comparado aos demais tratamentos (Tabela 11). Desses resultados pode-se concluir que a aplicação de coberturas vegetais sob a copa, independentemente de serem obtidas pela aplicação de vegetação externa (T2) por duas (T3) ou três (T4) deposições anuais de cobertura morta obtida com REL resultaram em maior supressão das plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas sob a copa dos abacateiros ‘Hass’. San Martin Matheis e Victoria Filho (2005) observaram em pomar adulto de laranjeira, um melhor efeito supressivo das plantas daninhas em resposta a aplicação de coberturas obtidas com roçadeira enleiradora lateral (REL). San Martin Matheis (2004) observou em pomar de citros em produção, que aplicações de cobertura com vegetação natural de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) resultaram no melhor efeito supressivo sobre as plantas daninhas. Faber et al. (2001) observaram um efeito supressivo pronunciado da aplicação de coberturas em diferentes espessuras sobre o

crescimento de plantas daninhas após dois anos de avaliação dos tratamentos em plantas de citros.

4.9 Degradação da cobertura vegetal na fileira

Na avaliação de 2012, dois anos após o início das aplicações dos tratamentos, a espessura da cobertura morta sob a copa foi maior no tratamento que recebeu três deposições anuais obtidas com REL (T4) (Tabela 12).

Em pomares não irrigados de abacateiro ‘Hass’ na Nova Zelândia, Dixon et al. (2005) também avaliaram a espessura da camada obtida com diferentes coberturas vegetais, não observando diferenças na degradação das mesmas ao longo do tempo. Este dado é muito utilizado em estudos de coberturas mortas em abacateiros para estimar o tempo de reposição das coberturas aplicadas externamente e o custo associado à utilização de cada material (MAVUSO; WILLIS, 2007). Num pomar orgânico de abacateiro ‘Lamb Hass’ na África do Sul, Mavuso (2009) avaliou a espessura de distintas coberturas vegetais depositadas sob a copa das plantas, não observando diferenças desta variável em função dos distintos materiais aplicados e, atribuindo esse resultado à ocorrência de taxas similares de degradação dos diferentes tipos de cobertura.

Tabela 11 - Número de plantas daninhas monocotiledôneas (*Monoc.*) e dicotiledôneas (*Dicot.*) por m² de área sob a copa de plantas de abacateiro ‘Hass’ com distintos manejos da vegetação intercalar. Limeira, SP, 2011 a 2013

Tratamentos	Número de plantas daninhas monocotiledôneas/0,25 m ²						
	03/11/2011	17/05/2012	14/06/2012	17/07/201	15/08/2012	30/11/2012	30/04/2013
	<i>Monoc.</i>	<i>Monoc.</i>	<i>Monoc.</i>	<i>Monoc.</i>	<i>Monoc.</i>	<i>Monoc.</i>	<i>Monoc.</i>
T1	0,42 a	4,44 a	1,78 a	7,28 a	0,89 ab	4,55 a	1,00 a
T2	0,50 a	0,50 b	0,83 a	0,67 b	0,06 c	0,94 b	0,00 b
T3	0,33 a	0,56 b	0,67 a	1,11 b	0,22 bc	1,67 ab	0,00 b
T4	1,33 a	2,50 ab	1,89 a	2,33 b	0,28 bc	1,72 ab	0,00 b
T5	3,25 a	3,11 a	0,72 a	7,28 a	1,67 a	2,94 a	0,17 b
CV (%)	50,41	45,18	44,2	40,78	36,88	47,11	35,02
Valor P (Friedman)	0, 4504	0, 001	0, 661	0, 001	0, 001	0, 0100	0, 1000
Tratamentos	Número de plantas daninhas dicotiledôneas/0,25 m ²						
	<i>Dicot.</i>	<i>Dicot.</i>	<i>Dicot.</i>	<i>Dicot.</i>	<i>Dicot.</i>	<i>Dicot.</i>	<i>Dicot.</i>
T1	11,50 ab	21,89 a	28,50 a	16,06 a	5,00 a	8,94 a	2,22 a
T2	4,92 ab	4,50 c	6,94 b	5,33 b	1,39 bc	2,50 b	0,06 b
T3	1,83 b	4,56 c	2,39 b	4,17 b	1,22 c	2,39 b	0,11 b
T4	4,50 ab	4,94 bc	10,00 b	10,11 ab	1,83 abc	3,17 ab	0,11 b
T5	14,08 a	12,94 ab	20,44 a	13,67 a	4,44 ab	7,00 a	0,61 b
CV (%)	50,88	43,43	37,62	48,72	44,45	48,7	35,56
Valor P (Friedman)	0, 0431	0, 001	0, 001	0, 001	0, 006	0, 001	0, 001

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer, $P < 0,05$). T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas; T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano; T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral; T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral; T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha

Tabela 12 – Espessura média (cm) da cobertura morta acumulada sob a copa nas fileiras de plantas de abacateiros ‘Hass’ em função de distintos manejos da vegetação intercalar. Limeira, SP, 2012 e 2013

Tratamentos	Espessura média (cm)	
	19/12/2012	30/04/2013
T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas	0,00 c	0,00 b
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	5,00 b	4,64 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	5,08 b	4,75 a
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	7,08 a	4,17 a
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	0,00 c	0,00 b
CV (%)	26,43	16,85
Valor P (Friedman)	0, 001	0, 001

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer, P <0,05)

4.10 Características químicas do solo

As características químicas do solo, em duas profundidades, antes da implantação do experimento, em 2011, estão descritas na Tabela 13. Os valores das características químicas do solo foram comparados com os padrões recomendados para solos de abacateiros na África do Sul (KÖHNE et al., 1990), na Austrália (AGRILINK, 2001) e no Brasil (RAIJ, 1991) (Tabela 14).

Em 2011, na camada mais superficial do solo (0-10 cm), tanto na linha quanto na entrelinha, o teor de matéria orgânica variou entre 3,4 a 3,8%, considerado um valor alto para solos com abacateiros. O pH do solo na linha e entrelinha estava moderadamente ácido, porém adequado para abacateiros. O fósforo apresentou valores normais tanto na linha como na entrelinha. Em ambas as amostras, a saturação de bases na camada 0-10 foi média. Nesta camada, as relações Ca/CTC e K/CTC na linha foram adequadas, enquanto que na entrelinha estavam abaixo do teor recomendado. A relação Mg/CTC no solo estava adequada na linha e entrelinha.

Como esperado, observou-se na camada de 10 a 20 cm, menores níveis nutricionais se comparados aos níveis da camada 0-10 cm, sendo os menores valores observados para fósforo, saturação de bases e para a relação Ca/CTC que permaneceram baixos na linha e entrelinha, respectivamente. Tanto na linha quanto na entrelinha, o teor de matéria orgânica variou entre 2,3 a 2,6 %, considerado um valor médio para solos com abacateiros. A relação K/CTC foi deficitária apenas na entrelinha, enquanto que a relação Mg/CTC foi adequada em ambas as profundidades. Os valores resultantes desta análise de solo não indicaram deficiências importantes na composição química do solo, antes do início da aplicação dos tratamentos (Tabelas 13 e 14). Os valores de acidez potencial ($H+Al$) variaram entre 21,0 a 21,5 $mmol_c\ dm^{-3}$ na camada 0-10 cm e de 22,5 a 26,5 $mmol_c\ dm^{-3}$ na camada 10-20 cm na linha e entrelinha, respectivamente, valores muito altos para abacateiros, o que indica um solo extremamente ácido.

Dois anos após a aplicação dos tratamentos, em abril de 2013, não foram observadas diferenças significativas entre os mesmos na análise das variáveis que definem a fertilidade do solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm (Tabela 15). O pH nos distintos tratamentos variou entre 5,47 a 5,68 na camada 0-10 cm e de 5,37 a 5,88 na camada 10-20 cm, valores considerados adequados para abacateiros. Os teores de matéria orgânica nos distintos tratamentos variaram entre 3,83 a 4,33 $g\ dm^{-3}$ na camada de 0-10 cm e de 2,32 a 2,77 $g\ dm^{-3}$ na camada 10-20 cm, valores altos para abacateiros. Nos distintos tratamentos, os valores de

acidez potencial (H+Al) variaram entre 6,56 a 6,78 mmol_c dm³ na camada 0-10 cm e de 6,60 a 6,85 mmol_c dm³ na camada 10-20 cm, considerados médios para abacateiros, indicando um solo moderadamente ácido. Já os valores de saturação de bases (V%) nos solos dos distintos tratamentos variaram de 77,01% a 88,75% na camada de 0-10 cm e de 87,07% a 88,64% na camada de 10-20 cm, considerados altos para a cultura. A capacidade de troca catiônica (CTC) no solo dos distintos tratamentos variou de 48,16 a 61,29 mmol_c dm³ na camada de 0-10 cm, considerados baixos e médios, respectivamente e, de 52,27 a 58,57 mmol_c dm³ na camada de 10-20 cm, valores considerados adequados para abacateiros.

A comparação das principais variáveis que determinam a fertilidade do solo na camada de 0-10 cm de profundidade, entre os anos de 2011 e 2013, e que são afetadas pela aplicação de coberturas vegetais está apresentada nas Figuras 12, 13, 14, 15 e 16. Em todos os tratamentos, observou-se uma redução nos valores do pH e um aumento no teor de matéria orgânica do solo. Esta redução na acidez pode ser atribuída à mineralização da matéria orgânica. O aumento nos teores de matéria orgânica do solo exerce importante influência sobre a capacidade de retenção de água, microflora e microfauna do solo e sobre a capacidade tampão do mesmo, sendo estas, condições propícias para o crescimento das raízes do abacateiro (FABER et al., 2001; WOLSTENHOLME, 2002). No entanto, é pouco provável que os tratamentos da aplicação de coberturas vegetais tenham afetado as características físico-químicas do solo durante o curto período de realização deste estudo (DIXON et al., 2007).

No solo de todos os tratamentos houve uma redução na acidez potencial (H+Al) e uma tendência do aumento da saturação por bases (V%) com exceção do T4. Este é um efeito positivo para o desenvolvimento das raízes do abacateiro e pode ser resultado do aumento na deposição de coberturas mortas no solo do pomar experimental. No entanto, a CTC diminuiu consideravelmente no fim do período experimental, fato que pode ser atribuído a redução no teor de alumínio e/ou devido à adubação deficitária e desequilibrada.

Tabela 13 - Composição química do solo na linha e entrelinha, em duas profundidades, de pomar de abacateiro 'Hass', Limeira, SP, 2011

Características químicas	Unidade	Linha 0-10 cm	Linha 10-20 cm	Entrelinha 0-10 cm	Entrelinha 10-20 cm
pH	-	5,7	5,4	5,8	5,5
Matéria Orgânica	%	3,8	2,3	3,4	2,6
Fósforo resina	mg dm ³	17	10	20,5	7,5
H+Al	mmol _c dm ³	21	26,5	21,5	22,5
V (saturação de bases)	%	77	62,5	75	66
Ca	mmol _c dm ³	52,5	31	47,5	34,5
K	mmol _c dm ³	2,1	2,4	1,4	0,7
Mg	mmol _c dm ³	16,5	11	16	9,5
CTC	mmol _c dm ³	92	71,3	86,5	67,6
Ca/CTC	-	60,7	35,9	54,9	39,9
K/CTC	-	2,4	2,8	1,6	0,8
Mg/CTC	-	19,1	12,7	18,5	11

Tabela 14 - Valores para interpretação de análise química de solo em pomares de abacateiro

Elemento	Unidade	Baixo	Normal	Alto
Materia orgânica	g dm ³	<2	2-3	>3
		<15	15-25	>25
pH em água (SMP)	-	4,5	4,6-5,4	5,5-6,5
H+Al (Acidez potencial)	mmol _c dm ³	-	>40	-
Fósforo resina	mg dm ³	6-12	13-30	31-60
	mmol _c dm ³	0,8-1,5	1,6-3,0	3,1-6,0
Potássio trocável	mg dm ³	0,08-0,15	0,16-0,30	0,31-0,60
Cálcio trocável	mmol _c dm ³	0-3	4-7	>7
Magnésio trocável	mmol _c dm ³	0-4	5-8	>8
Sulfato	mg dm ³	0-4	5-10	>10
Saturação de bases (V)	%	Muito baixa: 0-25 Baixa: 26-50	51-70	Alta: 71-90 Muito alta: >90
CTC	mmol _c dm ³	<50	51-150	>150
Ca/CTC	%	-	60-80	-
Mg/CTC	%	-	10-20	-
K/CTC	%	-	2-5	-
Na/CTC	%	-	0-5	-
H/CTC	%	-	0-3	-

Fonte: Köhne et al. (1990); AGRILINK (2001) e Raij (1991)

Tabela 15 - Composição química do solo, em duas profundidades, de pomar de abacateiro 'Hass', Limeira, SP, 2013

Profundidade 0-10 cm - ANO 2013												
Tratamentos	pH	H + Al *	MO	Al *	P	Ca/T *	Mg/CTC *	K/CTC*	SB	CTC	V% *	M% *
T1	5,47 a	6,56 a	4,05 a	3,46 a	30,53 a	63,91 a	20,54 a	3,30 a	48,14 a	54,70 a	87,71 a	6,56 a
T2	5,67 a	6,78 a	3,82 a	3,10 a	38,08 a	57,65 a	23,79 a	3,43 a	47,68 a	54,41 a	85,69 a	7,39 a
T3	5,57 a	6,66 a	4,12 a	3,19 a	31,69 a	66,80 a	18,34 a	3,68 a	54,63 a	61,29 a	88,75 a	6,19 a
T4	5,68 a	6,74 a	3,95 a	3,61 a	27,40 a	62,80 a	19,23 a	3,88 a	41,47 a	48,16 a	77,01 a	7,37 a
T5	5,59 a	6,66 a	4,32 a	2,59 a	26,13 a	59,23 a	23,22 a	4,33 a	47,41 a	54,05 a	86,81 a	6,07 a
CV (%)	8,07	55,44	17,16	55,43	50,39	56,66	57,65	57,97	31,73	27,76	52,91	58,07
Valor P	0,8738	0,8350	0,6775	0,5400	0,5509	0,7080	0,9100	0,972	0,2111	0,2146	0,1770	0,9730
Profundidade 10-20 cm - ANO 2013												
Tratamentos	pH	H + Al *	MO	Al *	P	Ca/T *	Mg/CTC *	K/CTC*	SB	CTC	V% *	M% *
T1	5,37 a	6,60 a	2,76 a	3,33 a	14,30 a	66,50 a	18,40 a	3,30 a	46,98 a	53,54 a	88,17 a	6,23 a
T2	5,62 a	6,72 a	2,32 a	2,60 a	12,26 a	64,77 a	18,69 a	4,01 a	46,87 a	53,59 a	87,07 a	5,17 a
T3	5,51 a	6,67 a	2,33 a	3,23 a	8,96 a	68,45 a	18,06 a	2,15 a	50,34 a	57,11 a	88,64 a	5,52 a
T4	5,88 a	6,82 a	2,41 a	3,14 a	10,46 a	65,66 a	18,71 a	3,04 a	45,39 a	52,27 a	87,42 a	6,78 a
T5	5,86 a	6,85 a	2,36 a	2,38 a	8,71 a	64,48 a	19,39 a	3,21 a	51,72 a	58,57 a	87,07 a	5,56 a
CV (%)	11,43	4,17	53,91	56,46	53,35	56,43	57,47	51,87	56,89	56,31	3,77	57,11
Valor P	0,4432	0,3557	0,2900	0,7740	0,2290	0,6680	0,9160	0,1200	0,6680	0,5620	0,8352	0,8170

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey) e *(Tukey-Kramer, P <0,05)

T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas; T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano; T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral; T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral; T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha. SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; M: saturação por alumínio

Figura 12 - Comparação dos valores médios de pH do solo na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013

Figura 13 - Comparação dos valores médios de matéria orgânica do solo (%) na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013

Figura 14 - Comparação dos valores médios de acidez potencial (mmol_c dm³) de solo na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013

Figura 15 - Comparação dos valores médios de saturação por bases (V%) do solo na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013

Figura 16 - Comparação dos valores médios de capacidade de troca catiônica (mmol_c dm³) do solo na camada de 0-10 cm de profundidade nos distintos tratamentos, entre os anos de 2011 e 2013

4.11 População de *Phytophthora cinnamomi* e actinomicetos no solo

Nos anos de 2012 e 2013, nenhuma diferença significativa foi observada no número de unidades formadoras de colônias (UFC) de *P. cinnamomi* no solo do pomar de abacateiros ‘Hass’ em função de distintos manejos da vegetação intercalar (Tabela 16). A comparação dos valores médios desta variável no período 2012-2013 indicou um aumento na população de *P. cinnamomi* no solo do tratamento que não recebeu cobertura vegetal (T1) (Figura 17). Este resultado era esperado, pois solos sem cobertura vegetal são menos supressivos para o desenvolvimento de *P. cinnamomi* (DOWNER et al., 2002) por apresentar menor população de microorganismos antagônicos (TURNERY; MENGE, 1994; YOU et al., 1996). Nos demais tratamentos, não foram observadas diferenças significativas no número de colônias deste patógeno, em ambos os anos avaliados (MAVUSO, 2009).

No ano de 2012, observou-se que o solo que não recebeu aplicação de cobertura vegetal (T1) apresentou menores níveis populacionais de actinomicetos comparados com os tratamentos que receberam três aplicações anuais de cobertura vegetal obtida com REL (T4) e cuja vegetação intercalar foi mantida com roçadeira convencional (T5) (Tabela 17). O aumento do número de colônias de *P. cinnamomi* observado no solo que não recebeu cobertura vegetal (T1) é favorecido pela menor presença de microorganismos antagônicos (YOU et al., 1995, 1996). No entanto, no ano de 2013, nenhuma diferença significativa foi

observada no número de unidades formadoras de colônias (UFC) de actinomicetos no solo do pomar de abacateiros ‘Hass’ nos distintos manejos da vegetação intercalar (Tabela 17).

A análise dos valores médios de UFC de actinomicetos no período 2012-2013 não indicou diferenças na população destes microorganismos nos solos dos distintos tratamentos (Figura 18) que segundo You et al. (1996), são importantes componentes da microflora das coberturas orgânicas, exercendo uma ação supressiva e inibitória sobre *P. cinnamomi* pelo parasitismo dos oósporos e produção de substâncias com efeito antibiótico. Tofiño et al. (2012) determinaram, em solos cultivados com abacateiros na Colômbia, níveis de unidades formadoras de actinomicetos similares aos quantificados neste estudo.

Tabela 16 - Número de unidades formadoras de colônias (UFC) de *Phytophthora cinnamomi* no solo de pomar de abacateiros ‘Hass’ em função de distintos manejos da vegetação intercalar. Limeira, SP, 2012 e 2013

Tratamentos	Número de unidades formadoras de colônias de <i>Phytophthora cinnamomi</i> (UFC /10 gramas de solo)	
	2012	2013
T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas	4333 a	21800 a
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	6667 a	4400 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	5667 a	9200 a
T4: 4 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	6333 a	5333 a
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	6667 a	7167 a
CV (%)	53,49	51,64
Valor P (Friedman)	0, 580	0, 326

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer, $P < 0,05$)

Tabela 17 - Número de unidades formadoras de colônias (UFC) de actinomicetos no solo de pomar de abacateiros 'Hass' em função de distintos manejos da vegetação intercalar. Limeira, SP, 2012 e 2013

Tratamentos	Número de unidades formadoras de colônias de actinomicetos no solo (UFC) /10 gramas de solo	
	2012	2013
T1: sem vegetação na entrelinha, sem deposição de cobertura sob a copa das plantas	45,38 c	105,57 a
T2: sem vegetação na entrelinha, com aplicação externa de cobertura sob a copa das plantas duas vezes por ano	92,46 bc	117,30 a
T3: 2 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	108,67 abc	109,74 a
T4: 3 deposições de cobertura morta na linha por ano com roçadeira enleiradora lateral	132,84 ab	92,57 a
T5: Manutenção da vegetação na entrelinha com três cortes anuais utilizando roçadeira convencional, sem deposição de cobertura morta na linha	158,09 a	112,33a
CV (%)	37,76	57,41
Valor P (Friedman)	0, 0080	0, 9920

Médias com letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer, $P < 0,05$)

Figura 17 - Comparação dos valores médios do número de unidades formadoras de colônias de *Phytophthora cinnamomi* (UFC/10 gramas de solo), entre os anos de 2012 e 2013

Figura 18 - Comparação dos valores médios do número de unidades formadoras de colônias de actinomicetos (UFC/10 gramas de solo), entre os anos de 2012 e 2013

5 CONCLUSÕES

A aplicação de coberturas vegetais resultou em um maior crescimento das plantas e maior tamanho dos frutos, sem efeito significativo sobre a produção. A deposição de cobertura morta obtida com a roçadeira enleiradora lateral favoreceu o desenvolvimento das raízes na camada superficial do solo. No entanto, os tratamentos não influenciaram significativamente o aspecto visual sanitário das plantas, nem os teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas e no solo. O manejo da vegetação intercalar com roçadeira convencional resultou em maior volume de massa seca, já o manejo desta com dois ou três cortes anuais utilizando roçadeira enleiradora lateral depositou uma quantidade similar de cobertura morta sob a copa, que foi inferior à depositada pela aplicação externa de cobertura. Todos os tratamentos com deposição de cobertura vegetal suprimiram o desenvolvimento de plantas daninhas sob a copa. No tratamento sem aplicação de cobertura morta e sem vegetação intercalar, houve aumento na população de *P. cinnamomi* no solo. Comparativamente, no período de dois anos, não foram observadas diferenças na população de actinomicetos no solo dos distintos tratamentos.

REFERÊNCIAS

- AGRILINK. **Avocado horticultural series**. Brisbane: Queensland Horticulture Institute, Department of Primary Industries, 2001. 288 p.
- ANTUNES, G.S. **Manual de diagnóstico bacteriológico**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 278 p.
- BEAKES, G.W.; GLOCKLING, S.L.; SEKIMOTO, S. The evolutionary phylogeny of the oomycete “fungi”. **Protoplasma**, Karlsruhe, v. 249, n. 3, p. 3-19, 2012.
- BEN-HUR, M.; STERN, R.; VAN DER MERWE, A.; SHAINBERG, I. Slope and gypsum effects on infiltration and erodibility of dispersive and nondispersive soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, p. 1571-1576, 1992.
- BEN-YA'ACOV, A. Stionic combinations and organic manure evaluation in a 'Fuerte' avocado orchard at Bnei-Dror, Israel. **California Avocado Society Yearbook**, Riverside, v. 79, p. 157-164, 1995.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.
- BEZUIDENHOUT, J.J.; DARVAS, J.M.; TOERIEN, J.C. Chemical control of *Phytophthora cinnamomi*. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, Johannesburg, v. 10, p. 106-108, 1987.
- BORGES, A.L.; SOUZA, L.S.; FANCELLI, M.; ALVES, E.J.; CALDAS, R.C.; SOUZA, J.S. **Cobertura vegetal na melhoria das propriedades químicas e físicas dos solos e na produção da bananeira**. Cruz das Almas: EMBRAPA, CNPMF, 1995. 6 p. (Pesquisa em Andamento, 29).
- BREMER NETO, H.; VICTORIA FILHO, R.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; MENEZES, G.M.; CANALI, E. Estado nutricional e produção de laranjeira 'Pêra' em função da vegetação intercalar e cobertura morta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 29-35, jan. 2008.
- BROADBENT, P.; BAKER, K.F. Behaviour of *Phytophthora cinnamomi* in soils suppressive and conducive to root rot. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 25, p. 121-137, 1974.
- BROMILOW, R.H. Paraquat and sustainable agriculture. **Pest Management Science**, Sussex, v. 60, p. 340-349, 2003.
- CAMPOS, J.S. **Cultura racional do abacateiro**. São Paulo: Ícone, 1988. 150 p.
- CANTUARIAS-AVILÉS, T.; SILVA, S.R. La industria del aguacate en el Estado de São Paulo, Brasil: actualidad y perspectivas futuras. In: CONGRESO MUNDIAL DEL AGUACATE, 7., 2011, Cairns. **Resúmenes...** Cairns: Avocados Australia, 2011. Disponível em: <<http://www.worldavocadocongress2011.com/userfiles/file/Tatiana%20Canturias-Aviles%201440-500.pdf>>. Acesso em: 20 nov.2012.

CERVERA, M.; CAUTÍN, R.; JERIA, G. Evaluación del fosfito cálcico, potásico y magnésico en el control de *Phytophthora cinnamomi* em paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass plantados en contendor. In: CONGRESO MUNDIAL PALTA AGUACATE AVOCADO, 6., 2007, Viña del Mar. **Resúmenes...** Viña del Mar: AIS, 2007. p. 94.

CHANDERBALI, A.S.; SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P.S.; WOSTENHOLME, B.N. Taxonomy and botany. In: SCHAFER, B.; WOLSTENHOLME, B.N.; WHILEY, A.W. (Ed.). **The avocado: botany, production and uses**. Croydon: CABI, 2013. chap. 3, p. 31-50.

COFFEY, M.D.; JOSEPH, M.C. Effects of phosphorous acid and fosetyl-Al on the life cycle of *Phytophthora cinnamomi* and *P. citricola*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 75, p. 1042-1046, 1985.

COOK, R.J.; BAKER, K.F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. St Paul: American Phytopathology Society, 1983. 529 p.

CORÁ, J.E.; SILVA, G.O.; MARTINS FILHO, M.U. Manejo do solo sob citros. In: MATTOS Jr., D. de; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU Jr., J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 2005. p. 347-369.

COSSIO-VARGAS, L.E.; SALAZAR-GARCÍA, S.; DURÁN-GONZÁLEZ, J.L. Respuesta del aguacate ‘Hass’ a la fertilización con boro en huertos sin riego. In: CONGRESO LATINO AMERICANO DEL AGUACATE, 3., 2009, Medellín. **Memórias...** Medellín, 2009. p. 4-17.

CREDIDIO, E.V. **Abacate: efeitos funcionais na saúde**. Itu: Ed. Ottoni, 2008. 238 p.

CRIZEL, G.R.; MOURA, R.S.; OLIVEIRA, I.R.; MENDONÇA, C.R.B. Características físicas e químicas de abacates das variedades ‘Quintal’ e ‘Hass’. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10., 2008, Pelotas. **Resumos...** Pelotas: UFPEL, 2008. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_00571.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2012.

DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L.; RUSSO, V.C.; FUMES, J.; SIMON, J.W. Manutenção da qualidade do guacamole elaborado com abacate ‘Hass’ submetido a hidrotermia. **Revista Iberoamericana de Tecnología de Postcosecha**, México, v. 11, n. 1, p. 28-36, 2010.

DERPSCH, R.; ROTH, C.; SIDIRAS, N.; ROPKE, V. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Londrina: IAPAR, CTZ, 1991. 272 p.

DIXON, J.; ELMSLY, T.; FIELDS, F.; DEREK, S.; MANDEMAKER, A.J.; GREENWOOD, A.C.; PAK, H.; CUTTING, J. Mulching – is it worth it? In: NEW ZEALAND AND AUSTRALIA AVOCADO GROWER’S CONFERENCE, 5., 2005, Tauranga. **Proceedings...** Tauranga, 2005. p. 1-7.

DIXON, J.; ELMSLY, T.; FIELDS, F.; SMITH, D.B.; MANDEMAKER, A.J.; GREENWOOD, A.C.; PAK, H. What, when, where and how much mulch should be applied to ‘Hass’ avocado trees in the Western Bay of Plenty. **New Zealand Avocado Grower’s Association Annual Research Report**, Tauranga, v. 7, p. 49-72, 2007.

DONADIO, L.C. **Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1995. 53 p. (Publicações Técnicas FRUPEX, 2).

DOWNER, A.J.; FABER, B.A.; MENGE, J. Factors affecting root rot control in mulched avocado orchards. **HortTechnology**, Riverside v. 12, n. 4, p. 601-605, 2002.

DOWNER, A.J.; MENGE, J.A.; POND, E. Association of cellulytic enzyme activities in eucalyptus mulches with biological control of *Phytophthora cinnamomi* Rands. **Phytopathology**, St. Paul, v. 91, p. 847-855, 2001.

DOWNER, A.J.; MENGE, J.A.; OHR, H.D.; FABER, B.A.; MCKEE, B.S.; POND, E.G.; CROWLEY, M.G.; CAMPBELL, S.D. The effect of yard trimmings as a mulch on growth of avocado and avocado root rot caused by *Phytophthora cinnamomi*. **California Avocado Society Yearbook**, Riverside, v. 83, p. 87-104, 2001.

EL-HAMALAWI, Z.A.; MENGE, J.A.; ADAMS, C.J. Methods of fosetyl-Al application and phosphonate levels in avocado tissue needed to control stem canker caused by *Phytophthora citricola*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 79, p. 770-778, 1995.

ERNST, A.A.; WHILEY, A.W.; BENDER, G.S. Propagation. In: SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B.N.; WHILEY, A.W. (Ed.). **The avocado: botany, production and uses**. Croydon: CABI, 2013. chap. 9, p. 234-267.

ERWIN, D.C.; RIBEIRO, O.K. **Phytophthora diseases worldwide**. St. Paul: APS Press, 1996. 562 p.

FABER, B.A.; DOWNER, A.J.; MENGE, J.A. Differential effects of mulch on citrus and avocado. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 39, n. 557, p. 303-308, 2001. Apresentado no INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ORCHARD AND PLANTATION SYSTEMS, 7., 2001, Leuven.

FAO. **FAOSTAT, Food and agricultural commodities production**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/desktopdefault.aspx?pageid=567#ancor>>. Acesso em: 10 set. 2013.

FAVERO, M.A.B.; AZEVEDO, F.A.; ANDRADE, E.C.; ROMÃO, M.A. Manejo da entrelinha de pomar de lima ácida tahiti com uso de braquiárias. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: CIIC, 2011. 1 CD ROM.

GAILLARD, J.P. **L'avocatier: sa culture, ses produits**. Paris: Maisonneuve & Larose, Agence de Coopération Culturelle et Technique, 1987. 418 p.

GALLARDO-LARO, F.; NOGALES, R. Effects of application of town refuse compost on the soil-plant system: a review. **Biological Wastes**, Barking, v. 19, p. 35-62, 1987.

GARCIA, C.P.; BOARETTO, R.M.; AZEVEDO, F.A.; MATTOS JUNIOR, D.; ZAVARIZI, L.C. Efeito do manejo de entrelinhas nas características físico químicas do solo e folha em pomar de lima ácida Tahiti. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2012, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: CIIC, 2012. p. 1-10.

GINSBURG, O.; AVIZOHAR-HERSHENSON, Z. Observations on vesicular-arbuscular mycorrhiza associated with avocado roots in Israel. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v. 48, p. 101–104, 1980.

GREGORIOU, C.; ECONOMIDES, C.V. Performance of ettinger, fuerte and hass cultivars of avocados on two rooststock in Cyprus. **California Avocado Society Yearbook**, Los Angeles, v. 75, p. 87-92, 1992.

GREGORIOU, C.; RAJKUMAR, D. Effect of irrigation and mulching on shoot and root growth of avocado (*Persea americana* Mill.) and mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Horticultural Sciences**, Ashford, v. 59, p. 109-117, 1984.

GUEST, D.; GRANT, B.R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 66, p. 159-187, 1991.

HARDY, G.E. St. J.; BARRET, S.; SHEARER, B.L. The future of phosphate as a fungicide to control the soilborne plant pathogen *Phytophthora cinnamomi* in natural ecosystems. **Australasian Plant Pathology**, Orange, v. 30, p. 133-139, 2001.

HENIS, Y. Soil microorganisms, soil organic matter and soil fertility. In: CHEN, Y.; AVIMELECH, Y. (Ed.). **The role of organic matter in modern agriculture**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. p. 159-168.

HERMOSO, J.N.; SORIA, J.T.; FARRE, J.N. Soil management of avocados. Effects on growth and cropping. In: THE WORLD AVOCADO CONGRESS, 3., 1995, Algarrobo Costa. **Proceedings...** Malaga: WAC, 1995. p. 255-258.

HILLEL, D. Flow of water in unsaturated soil. In: _____. **Environmental soil physics**. New York: Academic Press, 1998. p. 203-241.

HORTICULTURE AUSTRALIA. **Guidelines for managing under limited water supplies: avocados**. 2011. Disponível em: <http://www.horticulture.com.au/areas_of_investment/Environment/Horticulture%20Water%20Initiative/water_overview.asp?src=side>. Acesso em: 20 nov.2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 20 jun. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=sp&tema=lavourapermanente2009>>. Acesso em: 15 out. 2013.

KÖHNE, J.S.; KOEN, T.J.; PARTRIDGE, C.J.; WESCOTT, D.; WOODS, D.B.; ABERCROMBIE, R.A.; BOTH, J.; FARRELL, D. Fertilization guidelines for high yields and good fruit quality in avocado. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, Tzaneen, v. 3, p. 8-10, 1990.

KOLLER, O.C. **Abacaticultura**. 2. ed. Porte Alegre: Ed. UFRGS, 1992. 138 p.

_____. **Abacate:** produção de mudas, instalação e manejo de pomares, colheita e pós-colheita. Porte Alegre: Cinco Continentes, 2002. 154 p.

KREMER-KÖHNE, S. Avocado rootstock evaluation techniques over the last 30 years. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, 7., 2011, Cairns. **Abstracts...** Cairns: WAC, 2011. p. 71. Disponível em: <http://worldavocadocongress2011.com/userfiles/file/Sylvie%20Kremer-K%C3%B6hne%200940-1000.pdf>. Acesso em: 11 maio 2012.

LANINI, W.T. Weed control by subsurface drip irrigation. **California Agriculture**, Berkeley, v. 42, p. 22-24, 1988.

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

MARANGONI, B.; SCUDELLARI, D.; TACLIAVINI, M. Relazione tra nutrizione azotata e metabolismo delle piante. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Bologna, v. 57, p. 7-8, 1995.

MASSAFERA, G.; COSTA, T.M.B.; OLIVEIRA, J.E.D. Composição de ácidos graxos do óleo do mesocarpo e da semente de cultivares de abacate (*Persea americana* Mill.) da região de Ribeirão Preto, SP. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 325-331, abr./jun. 2010.

MAVUSO, Z. Effect of different mulch materials, composts and organic treatments on tree condition and root health. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, Tzaneen, v. 32, p. 6-9, 2009.

MAVUSO, Z.; WILLIS, A. Effect of different mulch materials, composts and organic treatments on tree condition and root health. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, Tzaneen, v. 30, p. 21-25, 2007.

MELO, I.S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: EMBRAPA, CNPMA, 1998. v.1, p. 17-67.

MENEZES, M.L.; LOPES, L.F.S.; PASSARETTI FILHO, J. Síntese de biodiesel empregando óleo de abacate. **Analytica**, Bauru, v. 8, p. 68-78, 2010.

MESSINGER, B.J.; MENGE, J.A.; POND, E.C. Effect of gypsum soil amendments on avocado root rot. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, p. 30, 1996.

_____. Effects of gypsum on zoospores and sporangia of *Phytophthora cinnamomi* in field soil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, p. 614-617, 2000.

MOORE-GORDON, C.; COWAN, A.K.; WOLSTENHOLME, B.N. Mulching of avocado orchards to increase Hass yield and fruit size and boost financial rewards a three-year summary of research findings. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, Pietermaritzburg, v. 20, p. 46-49, 1997.

NAAMANI, G. Global trends in the main avocado markets. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, 7., 2011, Cairns. **Abstracts...** Cairns: Avocados Australia, 2011. p. 78. Disponível em: <http://www.avocadosource.com/wac7/Section_16/NaamaniGabi2011b.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2011.

OLIVEIRA, C.A.P. de; SOUZA, C.M. de. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa ssp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 345-347, 2003.

OLIVEIRA, F.M. **Identificação e caracterização de actinomicetos isolados de processo de compostagem**. 2003. 140 p. Dissertação (Microbiologia Agrícola e do Ambiente) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

PEGG, K.G.; COATES, L.M.; KORSTEN, L.; HARDING, R.M. Foliar, fruit and soilborne diseases. In: WHILEY, A.W., SCHAFFER, B., WOLSTENHOLME, B.N. (Ed.). **The avocado: botany, production and uses**. Oxon: CABI Publ., 2002. chap. 12, p. 299-338.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: ESALQ, 2000. 468 p.

PLAXTON, W.C.; CARSWELL, M.C. Metabolic aspects of the phosphate starvation response in plants. In: LERNER, H.R. (Ed.). **Plant responses to environmental stresses: from phytohormones to genome reorganization**. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 349-372.

PORTO, O.M., RECK, S.R., MORAES, L.A.H. **Recomendações técnicas para a cultura de citros no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1995. 78 p. (Boletim FEPAGRO, 3).

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres; POTAFOS, 1991. 343 p.

RENA, A. B.; DAMATTA, F. M. O sistema radicular do cafeeiro: morfologia e ecofisiologia. In: ZAMBOLIM, L. **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa: UFV, 2002. p. 11-83.

ROBERTO, C.S.J.; MARQUES, D.R.; PINTO, F.P.; SILVA, C.P.S.; SARAIVA, P.C. **Evidência do efeito hipolipemiante do abacate**. 2010. 18 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Biomedicina) - Faculdade de Ensino Superior da Amazônia Reunida, Redenção, 2010. Disponível em: <http://www.fesar.com.br/bio_producoesacad.php>. Acesso em: 15 jul. 2011.

ROE, D.J.; MORUDU, T.M.; KHÖNE, J.S. Performance of commercially grown Hass avocado on clonal rootstocks at Westphalia Estate, South Africa. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, Mexico, v. 5, p. 35-38, 1999. Disponível em: <http://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4_p035.pdf>. Acesso em: 14 maio 2012.

RUFATO, L. **Indicadores da qualidade biológica do solo e coberturas vegetais para a cultura do pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) em produção integrada e orgânica**. 2004. 101 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

SALAZAR-GARCÍA, S.; COSSIO-VARGAS, L.E.; GONZÁLEZ-DURÁN, I.J.L. Corrección de la deficiencia crónica de zinc en aguacate 'Hass'. **Revista Chapingo**, México, v. 14, n. 2, p. 153-159, 2008.

SALGADO, J.M.; DANIELI, F.; REGINATO-D'ARCE, M.A.B.; FRIAS, A.; MANSI, D.N. O óleo de abacate (*Persea americana* Mill.) como matéria-prima para a indústria alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Alimentos, v. 28, p. 20-26, 2008. Suplemento.

SAN MARTIN MATHEIS, H.A. **Efeitos de diferentes coberturas mortas obtidas a partir do manejo mecânico com roçadeira lateral na dinâmica populacional de plantas daninhas em citros**. 2004. 68 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SAN MARTIN MATHEIS, H.A.; VICTORIA FILHO, R. Cover crops and natural vegetation mulch effect achieved by mechanical management with lateral rotary mower in weed population dynamics in citrus. **Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes**, Philadelphia, v. 40, p. 185-190, 2005.

SAN MARTIN MATHEIS, H.A.; AZEVEDO, F.A.; VICTÓRIA, R.F. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 1, p. 101-110, 2006.

SANTOS, J.E.; GUIMARAES, A.C.; DIAMENT, J. Consenso brasileiro sobre dislipidemias: detecção, avaliação e tratamento. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 253-255, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000427301999000400005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 abr. 2012.

SCHAFFER, B.; WHILEY, A.W. Environmental physiology. In: WHILEY, A.W.; SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B.N. (Ed.). **The avocado: botany, production and uses**. Oxon: CABI, 2002. chap. 6, p. 135-160.

SCHAFFER, B.; WOSTENHOLME, B.N.; WHILEY, A.W. **The avocado: production, botany and uses**. 2nd ed. Croydon: CABI, 2013. 580 p.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. 530 p.

SMILLIE, R.; GRANT, B.R.; GUEST, D. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. **Phytopathology**, St. Paul, v. 79, p. 921-926, 1989.

SOUZA, L.S.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C.A. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006.

SOUZA FILHO, A.P.S.; PEREIRA, A.A.G.; BAYMA, J.C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 25-32, 2005.

SUMIDA, C.H.; HOMECHIN, M.; SANTIAGO D.C. Reação de cultivares de abacateiro à podridão de raízes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1208-1210, jul. 2009.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-8478>

2009000400038&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 jun. 2012.

TANGO, J.; CARVALHO, C.; SOARES, N. Caracterização física e química de frutos de abacate visando o seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 17-23, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v26n1/a07v26n1.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2012.

TEIXEIRA, C.G.; BLEINROTH, E.W.; CASTRO, J.V. de. **Abacate: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1992. 250 p.

TOFIÑO, A.; CABAL, D.; GIL, L.F. Análisis de componentes del sistema productivo de Aguacate, con incidencia probable de *Phytophthora* en Cesar, Colombia. **Avances en Investigación Agropecuária**, Colonia Las Viboras, v. 16, n. 2, p. 63-90, 2012.

TUCKER, C.M. Report of the plant pathologist. **Puerto Rico Agricultural Experiment Station Report**, London, v. 1, n. 32, p. 29-35, 1929.

TURNERY, J.; MENGE, J. **Root health: mulching to control root diseases in avocado and citrus**. Riverside: California Avocado Society, 1994. 5 p. (Circular, CAS 94/2).

VARADARAJAN, D.K.; ATHIKKATTUVALASU, S.K.; PAINO DURZO, M.; KASHCHANDRA G.R. Phosphite, an analog of phosphate, suppresses the coordinated expression of genes under phosphate starvation. **Plant Physiology**, Rockville, v. 129, p. 1232-1240, 2002.

WHILEY, A.W. Crop management. In: WHILEY, A.W.; SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B. (Ed.). **The avocado: botany, production and uses**. Wallingford: CABI Publ., 2012. p. 231-258.

WILKINSON, C.J.; SHEARER, B.L.; JACKSON, T.J.; HARDY, G.E. St J. Variation in sensitivity of Western Australian isolates of *Phytophthora cinnamomi* to phosphite *in vitro*. **Plant Pathology**, London, v. 50, p. 83-89, 2001.

WILLIAMS, S.T.; WELLINGTON, E.M.H. Actinomycetes. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, O.R. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society Agronomy, 1982. pt. 2: Chemical and microbiological properties, p. 969-998.

WOLSTENHOLME, B.N. Ecology: climate and the edaphic condition. In: WHILEY, A.W.; SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B.N. **Avocado: botany, production and uses**. New York: CABI Publ., 2002. p. 71-99.

WOLSTENHOLME, B.N.; MOORE-GORDON, C.; ANSERMINO, S.D. Some pros and cons of mulching avocado orchards. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, Pietermaritzburg, v. 19, p. 87-91, 1996.

WONG, M.H. **Phosphite induces morphological and molecular changes in *Phytophthora* species**. 2006. 129 p. Thesis (PhD in Biotechnology) - Murdoch University, Perth, 2006.

YOU, M.P.; SIVASITHAMPARAM, K. Changes in microbial populations of an avocado plantation mulch suppressive of *Phytophthora cinnamomi*. **Applied Soil Ecology**, Las Vegas, v. 2, p. 33-43, 1995.

YOU, M.P.; SIVASITHAMPARAM, K.; KURTBÓKE, D.I. Actinomycetes in organic mulch used in avocado plantations and their ability to suppress *Phytophthora cinnamomi*. **Biology Fertility Soils**, Madison, v. 22, p. 237-242, 1996.

ZEKRI, M. Citrus rootstocks affect scion nutrition, fruit quality, growth, yield and economical return. **Fruits**, Paris, v. 55, n. 4, p. 231–239, 2000.

ZENTMYER, G.A. **Phytophthora cinnamomi and diseases it causes**. St Paul: The American Phytopathological Society, 1980. 30 p. (Monograph, 10).