

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
TROPICAL

**CRESCIMENTO E PERÍODOS DE DECOMPOSIÇÃO DE  
PLANTAS DE COBERTURA E SEUS EFEITOS SOBRE A  
SUPRESSÃO DE PLANTAS INFESTANTES NO AMAZONAS**



LEANDRO AMORIM DAMASCENO

MANAUS  
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
TROPICAL

LEANDRO AMORIM DAMASCENO

**CRESCIMENTO E PERÍODOS DE DECOMPOSIÇÃO DE  
PLANTAS DE COBERTURA E SEUS EFEITOS SOBRE A  
SUPRESSÃO DE PLANTAS INFESTANTES NO AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientador: Dr. José Ferreira da Silva

Coorientadores: Dr. Francisco Alisson da Silva Xavier

Dr. José Eduardo Borges de Carvalho

MANAUS  
2013

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

D155c Damasceno, Leandro Amorim  
Crescimento e períodos de decomposição de plantas de cobertura e seus efeitos sobre a supressão de plantas infestantes no Amazonas / Leandro Amorim Damasceno. 2013  
52 f.: il. color; 31 cm.

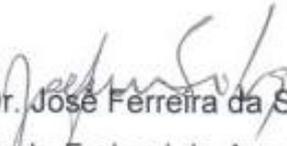
Orientador: José Ferreira da Silva  
Coorientador: Francisco Alisson da Silva Xavier  
Coorientador: José Eduardo Borges de Carvalho  
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Plantas de Cobertura. 2. Plantas infestantes. 3. Decomposição. 4. Citrus Sinensis. I. Silva, José Ferreira da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

# CRESCIMENTO E PERÍODOS DE DECOMPOSIÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA E SEUS EFEITOS SOBRE A SUPRESSÃO DE PLANTAS INFESTANTES NO AMAZONAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial, para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

## Banca Examinadora

  
Prof. Dr. José Ferreira da Silva  
Universidade Federal do Amazonas

  
Dr. Francisco Alisson da Silva Xavier  
Embrapa Mandioca e Fruticultura

  
Dr. José Eduardo Borges de Carvalho  
Embrapa Mandioca e Fruticultura

À Deus por me conceder mais essa vitória, permitindo-me concluir esta etapa.

Aos meus pais Paulo e Maria Aparecida, pelo imenso amor, dedicação e apoio em todos os momentos de minha vida e por proporcionar a formação acadêmica.

Aos meus irmãos Máisa e Luiz Eduardo pelo apoio nessa trajetória.

## **DEDICO**

A Andréia, pela compreensão, carinho e paciência

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por me capacitar em mais essa conquista, e por sempre estar iluminando minha vida;

À Universidade Federal do Amazonas pela oportunidade de me integrar ao programa de pós-graduação em Agronomia Tropical, contribuindo para minha formação;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, pela sua importância no desenvolvimento da pesquisa no Estado e em especial neste trabalho;

À EMBRAPA Amazônia Ocidental, na pessoa do Dr. Marcos Vinícius Bastos Garcia, pelo apoio, sugestões e suporte nas análises de solo;

Ao Projeto Produção Integrada de Citros (PIC) pelo apoio e suporte do trabalho;

Ao meu orientador Prof. Dr. José Ferreira da Silva pelo acompanhamento, pelas sugestões, paciência, confiança na orientação e amizade;

Aos pesquisadores da Embrapa Mandioca e Fruticultura Dr. Francisco Alisson da Silva Xavier e Dr. José Eduardo Borges de Carvalho pelas sugestões e coorientação;

A propriedade FMI Citros, na pessoa do Sr Francisco Melo, que concedeu a área e o suporte para realização deste trabalho;

Aos meus amigos Anselmo Ferreira dos Santos e Gerlândio Suassuna Gonçalves que não mediram esforços para que este trabalho fosse concluído;

Ao Prof. Dr. Afrânio Neves da Universidade Federal do Amazonas pela disponibilidade de uso dos equipamentos do Laboratório de física do solo;

À todos aqueles que de alguma forma participaram deste trabalho, muito obrigado!

*" Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia impossível."*

**Charles Chaplin**

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Valores médios mensais de precipitação pluviométrica, umidade, temperatura mínima, média e máxima durante o período de condução do experimento, Rio Preto da Eva-AM, 2012 ..... 27
- Figura 2.** Croqui da unidade experimental .....28
- Figura 3.** Supressão das plantas de cobertura sobre a densidade (plantas  $m^{-2}$ ) e produção de matéria seca( $g m^{-2}$ ) das plantas infestantes no dia anterior ao corte mecânico das plantas de cobertura, Rio Preto da Eva-AM, 2012 .....29
- Figura 4.** Decomposição da matéria seca remanescente proveniente da parte aérea das plantas de cobertura em função do período que permaneceu em campo, Rio Preto da Eva-AM, 2012 .....31

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Valores médios dos atributos químicos do solo da área experimental, em diferentes profundidades, Rio Preto da Eva-AM, 2011 .....30
- Tabela 2.** Valores médios da granulometria do solo da área experimental, em diferentes profundidades, Rio Preto da Eva-AM, 2011 .....32
- Tabela 3.** Composição do substrato agrícola "Vivatto" segundo fabricante, Rio Preto da Eva-AM, 2012 .....34
- Tabela 4.** Valores médios de número de plantas, peso da matéria seca do caule, peso da matéria seca foliar e peso da matéria seca total de espécies de cobertura de solo, no município de Rio Preto da Eva-AM, 2012 .....35
- Tabela 5.** Valores médios de área foliar, área foliar específica, razão de área foliar e índice de área foliar de espécies de cobertura de solo, no município de Rio Preto da Eva-AM, 2012 .....35
- Tabela 6.** Estrutura fitossociológica das principais espécies de plantas infestantes encontradas na área de estudo, Rio Preto da Eva-AM, 2011 .....35
- Tabela 7.** Valores de a,b,c e  $R^2$  da equação estimada de perda de matéria seca das plantas de cobertura gerado pelos valores médios de decomposição ....35
- Tabela 8.** Constante de decomposição (k), tempo de meia-vida ( $T_{1/2}$ ), em dias, da matéria seca das plantas de coberturas no pomar de laranjeira.Rio Preto da Eva-AM, 2012 .....35

# CRESCIMENTO E PERÍODOS DE DECOMPOSIÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA E SEUS EFEITOS SOBRE A SUPRESSÃO DE PLANTAS INFESTANTES NO AMAZONAS

## RESUMO

A produtividade das plantas cítricas não tem atingido seu potencial máximo devido a ação de vários fatores bióticos que afetam diretamente a rentabilidade agrícola. Dentre estes fatores tem grande importância a interferência de plantas infestantes. O objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento e os períodos de decomposição de plantas de coberturas e seus efeitos o manejo de plantas infestantes em pomar de laranjeira no Amazonas. A pesquisa foi realizada na Fazenda FMI Citros, ramal do Procópio, localizada no km 112, na AM 010, município de Rio Preto da Eva-AM. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos com plantas de coberturas foram os seguintes: milho, feijão de porco, nabo forrageiro, braquiária, mistura milho mais feijão de porco e manejo do produtor (controle). Foram avaliados a comunidade infestante, crescimento e produção de matéria seca por cobertura e a velocidade de degradação das coberturas vegetais pela metodologia de *litter bags*. As plantas de cobertura apresentaram boa produção de matéria seca exceto o nabo forrageiro. As maiores taxas de decomposição ocorreram nos primeiros 28 dias, principalmente o nabo forrageiro que apresentou grandes perdas na fase inicial e após estes períodos, houve estabilização da taxa de decomposição da fitomassa remanescente. A braquiária, feijão de porco e mistura destas apresentaram maiores tempos de meia vida mostrando ser boas alternativas para cobertura do solo.

**Palavras chave:** decomposição, plantas de cobertura, plantas infestantes, *Citrus sinensis*

# GROWTH AND PERIODS OF DECOMPOSITION OF COVER CROPS AND ITS EFFECTS ON THE SUPPRESSION OF INFESTING PLANTS IN THE AMAZONAS STATE.

## ABSTRACT

The productivity of citric plants has not reach their maximum potential due to the action of various biotic factors that directly affect agricultural profitability. These factors have great importance interference from infesting plants. The objective of this study was to evaluate the growth and periods of decomposition of plant cover and its effects in the management of weeds in the orange orchard of Amazonas. The research was performed in Citrus Farm IMF, road of Procopius, located at km 112 on highway AM 010, city of Rio Preto da Eva-AMs. The experimental design was a randomized block design with 6 treatments and 4 replications. Treatments with plant covers were as follows: millet, pork beans, turnip, brachiaria millet mixture over and pork bean producer (control) management. The weed community, growth and dry matter production for coverage and the rate of degradation of the vegetation cover by the methodology of litter bags were evaluated. Cover crops showed good dry matter production except the turnip. The highest rates of decomposition occurred in the first 28 days, especially the turnip that had large losses in the initial stage and after these periods, there was a stabilization in the rate of decomposition of the remaining biomass. Brachiaria, pork bean and mixing showed higher half-lives proving to be good alternatives for ground cover.

**Keywords:** decomposition, cover crops, weeds, *Citrus sinensis*.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	4
2.1. Objetivo geral .....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3.1 Interferência das plantas infestantes no citros .....	5
3.2 Métodos de controle de plantas infestantes na citricultura .....	6
3.3 Efeito da cobertura vegetal e da cobertura morta sobre a dinâmica populacional das plantas infestantes .....	8
3.4 Características das plantas de coberturas .....	10
3.4.1 Brachiária ( <i>Brachiaria decumbens</i> L.) .....	11
3.4.2 Nabo-forageiro ( <i>Raphanus sativus</i> L.) .....	11
3.4.3 Milheto ( <i>Pennisetum glaucum</i> (L.) Leeke) .....	11
3.4.4 Feijão-de-porco ( <i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.) .....	12
3.5 Consórcios entre gramíneas e leguminosas .....	12
3.6 Manejo de plantas de cobertura vegetal .....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
4.1 Área experimental .....	15
4.2 Caracterização do solo .....	16
4.3 Caracterização do pomar .....	17
4.4 Delineamento experimental .....	17
4.5 Instalação, adubação e condução do experimento .....	18
4.6 Avaliação das espécies de coberturas .....	19
□ Densidade populacional e matéria seca .....	19
□ Avaliação da área foliar .....	20
□ Análise de crescimento .....	20
4.7 Avaliação das plantas infestantes .....	20
4.8 Velocidade de degradação das coberturas vegetais .....	22
4.9 Análise estatística .....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
5.1 Plantas de cobertura .....	24
5.2 Plantas infestantes .....	27
5.3 Decomposição das plantas de cobertura .....	30
6. CONCLUSÃO .....	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35

# 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é maior produtor mundial de laranja e o maior exportador de suco cítrico concentrado congelado (ASSOCITRUS, 2012). Dentre os estados brasileiros, o Amazonas encontra-se como uma das maiores pontecialidades para a citricultura, com uma área total plantada de 4.007 hectares entre laranja, limão e tangerina (COELHO e NASCIMENTO, 2004).

A citricultura, apesar de inúmeras dificuldades encontradas, vem apresentando incremento considerável na área plantada, e as perspectivas futuras são promissoras, principalmente pela diversificação de mercados consumidores.

Sendo assim, as diversas áreas do conhecimento ligadas à citricultura devem fornecer alternativas de manejo da cultura que possibilitem a sustentabilidade da atividade sob o ponto de vista social, ambiental e econômico.

Neste contexto, as plantas infestantes, seja pela competição com a planta cítrica pelos recursos do meio ou pelos impactos dos métodos usuais de controle sobre o sistema de produção, assumem grande importância no manejo da laranjeira.

O manejo de plantas infestantes torna-se indispensável, principalmente, quando se trata de uma cultura perene, que exige alto investimento e, conseqüentemente, altas produtividades, de forma que isso venha a proporcionar retornos financeiros. Nas condições tropicais e subtropicais, o uso freqüente da grade e de herbicidas aplicados em pré-emergência em pomares de laranjeira, expõem o solo à ação direta das chuvas e dos ventos. A compactação e a erosão têm motivado alguns estudos de campo para avaliar alternativas de manejo do mato nas linhas e entrelinhas da cultura, com o uso de coberturas vegetais para minimizar as perdas, explorando com mais racionalidade os próprios recursos naturais (CARVALHO, et al., 2001; CARVALHO, et al., 2005).

O manejo inadequado no controle de plantas infestantes principalmente, nas entrelinhas tem contribuído para reduzir a disponibilidade de água e ar para as plantas cítricas em decorrência do aumento da densidade do solo, redução da porosidade total e conseqüente compactação do solo. Além de reduzir o sistema radicular, esses fatores diminuem a quantidade de água disponível no solo e podem reduzir a absorção de nutrientes pela planta (VITTI, 1992). Segundo Demattê e Vitti (1992), o controle de plantas infestantes sem o uso de grade e a associação de

leguminosas nas entrelinhas parece ser a melhor opção para redução da compactação e aumento da infiltração.

Segundo Carvalho et al. (2003), o controle de plantas infestantes de forma correta e oportuna, podem-se utilizar os próprios recursos naturais no manejo e conservação do solo e da água e ciclagem de nutrientes, contribuindo para elevar a produtividade da cultura, sem o aumento dos custos de produção.

O cultivo de plantas de cobertura nas entrelinhas e o uso da cobertura morta são técnicas de manejo de plantas infestantes conhecidas pelos citricultores e técnicos da região sudeste, no entanto, pouco conhecidas e utilizadas na região norte.

De acordo com Nienow (2006) o solo com cobertura vegetal permanente é indicado para a maioria das situações. Trata-se de um sistema padrão a ser recomendado por possuir inúmeras vantagens como a manutenção ou o aumento de nutrientes, bem como de matéria orgânica, com reflexos positivos na população e atividade de organismos do solo; auxilia na reciclagem de nutrientes; melhora das características físicas do solo; protege o solo contra os impactos das chuvas; auxilia no armazenamento de água; propicia o aumento da população de inimigos naturais pela manutenção da diversidade de espécies; permite o transito de máquinas em épocas chuvosas; minimiza o uso de herbicidas, refletindo em menor custo de produção.

Segundo Penteado (2004) manter o solo com cobertura viva ou morta é uma prática necessária em regiões tropicais e subtropicais, pois protege o solo da incidência direta da insolação e da erosão das chuvas. Além disso, mantém a vida no solo com presença de microorganismos e minhocas e fornecem nutrientes essenciais as plantas.

O uso de espécies como (*Dolichos lablab* L.), guandu-anão (*Cajanus cajan* L. Millsp cv IAPAR 43), milheto (*Pennisetum glauco* (L) Leeke) tem contribuído significativamente na redução das populações de plantas infestantes (San Martín, 2008).

Para cobertura do solo de maneira geral é recomendada a consorciação de duas ou mais famílias botânicas nativas, como as gramíneas e as leguminosas. As leguminosas, além de manter a cobertura do solo, incorporam nitrogênio do ar ao solo. Com as gramíneas, consegue-se melhor formação de palha na superfície do solo, pela menor velocidade de decomposição dessas plantas (NIENOW, 2006).

O manejo de coberturas vegetais na cultura do citros é uma prática adotada há varios anos que visa adaptações às diversas condições do ambiente. O uso dessa técnica pode contribuir na redução da comunidade infestante, como ferramenta auxiliar do manejo integrado de plantas infestantes, além de contribuir com outros benefícios inerentes à sua utilização (SAN MARTIN, AZEVEDO e VICTORIA FILHO, 2006).

As plantas de cobertura de solo, se bem manejada e adequada a cada condição, inclusive a econômica, poderá contribuir para a melhoria da produtividade, conservação do solo e outros benefícios que decorrem de seu uso criterioso (SILVA, DONADIO e CARLOS, 1999).

As plantas de cobertura possuem um efeito supressor sobre a população de plantas infestantes na cultura da Laranja, e diferem quanto à sua dinâmica de decomposição dependendo da espécie utilizada.

Portanto este trabalho de pesquisa teve por objetivo avaliar o crescimento e a decomposição de diferentes plantas de coberturas e seus efeitos sobre o controle de plantas infestantes em um pomar de laranja.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar o crescimento, a produção e decomposição de matéria seca de diferentes plantas de cobertura e seus efeitos sobre a população de plantas infestantes em um pomar de laranjeira.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Quantificar a produção de matéria seca das espécies de coberturas vegetais nas plantas cultivadas no pomar de laranjeira;
- Avaliar o potencial de supressão das plantas de cobertura sobre as plantas infestantes no pomar de laranjeira;
- Avaliar a dinâmica da decomposição da matéria seca de diferentes coberturas vegetais utilizadas no pomar de laranjeira.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Interferência das plantas infestantes no citros

As plantas infestantes são um dos mais importantes fatores de produção que afetam a economia agrícola, em caráter permanente. A sua presença pode ocasionar prejuízos devido à competição por água, luz e nutrientes e à alelopatia. Ao conjunto das ações de competição e alelopatia denomina-se interferência, cuja magnitude é função da composição e densidade da comunidade infestante, do período de convivência, das características das plantas cítricas e das condições edafoclimáticas do local (PITELLI, 2004). Por outro lado, o controle das plantas infestantes promove aumento nos custos de produção e outros impactos sobre o sistema produtivo.

Segundo Sanches (1998), as espécies de plantas infestantes e intercalares que ocorrem nos pomares de citros podem ser classificadas de acordo com sua agressividade e potencial de interferência. Sendo assim, plantas de alta interferência são aquelas que têm ação supressora sobre a planta cítrica em qualquer condição, como o milho (*Zea mays* L.), o capim-colonião, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), o capim-braquiária, as braquiárias humidicola e brizantha, o capim-amargoso e o capim-massambará (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). As plantas concorrentes são aquelas que interferem com a cultura em condições específicas, como as plantas altas, todas trepadeiras e as leguminosas agressivas. Outras plantas convivem com os citros e podem ser consideradas benéficas, devido a algumas características, como produção de flores, abrigo para inimigos naturais, descompactação de solo e reciclagem de nutrientes. Dentre estas plantas destacam-se o caruru, a beldroega, a maria-preta (*Solanum americanum* Mill.), a poaia-branca, a serralha, o picão-preto, a trapoeraba, o mentrasto, o apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla), a braquiária ruzizensis (*Brachiaria ruzizensis* R. Germ. & Evrard), as leguminosas não agressivas, o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e a nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.).

Devido às variações das condições climáticas, do estágio fenológico da cultura e da interação entre estes fatores, torna-se necessário o conhecimento dos

períodos em que a convivência das plantas infestantes com a planta cítrica torna-se prejudicial.

Na região Sudeste, onde se concentra a cultura do citros no Brasil, durante o ano temos dois períodos distintos, um caracterizado pela baixa precipitação, nas estações de outono e inverno, e outro quente e chuvoso, na primavera e verão.

Carvalho et al. (2003), avaliando períodos de convivência de plantas infestantes com a cultura dos citros, no Estado de São Paulo, em diferentes épocas do ano, demonstrou que o período de convivência mais prejudicial à produtividade ocorre entre os meses de agosto e janeiro quando a redução de produtividade é de 25% em relação às plantas livres da interferência durante todo o ano. O período de convivência que abrange os meses de maio a julho, não interferiu significativamente com a produtividade da cultura.

Para as condições do Nordeste brasileiro, os resultados de Carvalho et al. (1993), indicam que a cultura deve ficar livre da interferência de plantas infestantes do período de setembro a abril.

Estes resultados indicam que o período de maior competição das plantas infestantes com os citros ocorre na primavera e verão, período caracterizado pelo florescimento e desenvolvimento dos frutos. No outono e inverno, o controle de plantas infestantes deve ser realizado para minimizar os danos causados pela deficiência hídrica.

Tersi (1996), em ensaio conduzido em São Paulo por três anos, avaliou diferentes métodos de controle de plantas infestantes em citros, observando redução de aproximadamente 26% de produtividade e redução significativa nos teores foliares de nitrogênio das plantas que sofreram interferência.

Carvalho et al. (1993), avaliando diferentes épocas de controle de plantas infestantes, em experimento conduzido por 4 anos na Bahia, verificou redução de 43% na produção das plantas que conviveram durante todo o ano com as plantas infestantes em relação às plantas que foram mantidas livres da interferência.

### **3.2 Métodos de controle de plantas infestantes na citricultura**

Segundo Victoria Filho (1983), os métodos de controle de plantas infestantes empregados na citricultura são diversos, podendo ser eles, mecânico, químico e cultural.

O controle mecânico refere-se ao uso de grades, enxada rotativa, roçadeiras e capina manual.

A grade e a enxada rotativa podem ser utilizadas para o controle de plantas infestantes nas linhas e entrelinhas na fase inicial da cultura, ficando restrito o seu uso às entrelinhas, nos pomares adultos e adensados. O cultivo mecânico é um método de controle eficaz e de baixo custo, no entanto causa injúrias ao sistema radicular das plantas, reduz o teor de matéria orgânica do solo, aumenta a compactação e a susceptibilidade do solo à erosão (CINTRA et al., 1983). Tersi (2001), avaliando diferentes métodos de controle de plantas infestantes em pomar de citros observou redução do percentual de agregados maiores que 4,0 mm no tratamento onde o controle de plantas infestantes foi realizado mecanicamente com grade na linha e enxada rotativa na rua, indicando desestruturação do solo na camada de 0 - 5 cm.

A roçadeira pode ser utilizada na linha e nas entrelinhas da cultura, apresentando melhores resultados quando realizado antes do florescimento das principais plantas infestantes (VICTORIA FILHO, 1998). É um método de controle que preserva as propriedades químicas e físicas do solo e não causa injúrias às radículas superficiais da planta cítrica.

A capina manual é utilizada no coroamento das plantas em pomares novos, no entanto é uma prática de baixo rendimento e alto custo, podendo ainda causar ferimentos que facilitarão a ocorrência de doenças como a gomose.

O controle químico pode ser realizado com herbicidas aplicados em pós – emergência das plantas infestantes ou então com herbicidas que são aplicados ao solo, em pré-emergência destas plantas.

Segundo Matuo (1998), há na citricultura predominância dos herbicidas aplicados em pós-emergência em relação aos herbicidas aplicados em pré-emergência das plantas infestantes. Segundo este autor, as aplicações tradicionais de herbicidas são realizadas em faixas que acompanham as linhas do pomar, duas ou três vezes ao ano, abrangendo 2,3 m de cada lado dos troncos, deixando as entrelinhas para serem manejadas mecanicamente com roçadeiras ou grades. Os benefícios deste método são controle rápido e eficaz, redução da incidência de ácaros e doenças como a gomose, facilita os tratos culturais e a colheita, preserva a estrutura do solo e conseqüentemente a disponibilidade de água e nutrientes, promove o controle das plantas infestantes perenes e ainda não causa injúrias ao

tronco e as radículas superficiais (OLIVEIRA et al., 1981; GELMINI, 1998; VICTORIA FILHO, 1998). Os principais herbicidas aplicados em pós-emergência são, o glyphosate e o paraquat (VICTORIA FILHO, 1998; MATUO, 1998). Segundo Futch (1998), pode-se utilizar subdoses de herbicidas sistêmicos para suprimir o crescimento das plantas infestantes que crescem nas entrelinhas.

Victoria Filho (1983), avaliando o efeito do uso contínuo de herbicidas no desenvolvimento, produção e qualidade de frutos cítricos, concluiu que todos os herbicidas avaliados apresentaram controle aceitável a excelente, dependendo da composição específica da infestação e que os herbicidas aplicados em pós-emergência, dentre eles o glyphosate e o paraquat, apresentaram bons índices de controle, no entanto, por um período inferior aos herbicidas aplicados em pré-emergência. Neste estudo, o autor, concluiu que os herbicidas em estudo não afetaram o desenvolvimento e produção dos frutos bem como o teor de macro e micronutrientes nas folhas das plantas cítricas.

O método cultural refere-se à adoção de práticas que favoreçam a cultura como o uso de espaçamentos adequados, cultivares adaptados, culturas intercalares, rotação e consorciação de culturas, adubação verde e aplicação de cobertura morta, diminuindo as áreas livres para a infestação das plantas infestantes.

### **3.3 Efeito da cobertura vegetal e da cobertura morta sobre a dinâmica populacional das plantas infestantes**

A adubação verde pode ser conceituada como a utilização de plantas com a finalidade de preservar ou melhorar as propriedades dos solos (MIYASAKA, 1984; BRAGA, 1986).

Os efeitos da prática de uso de plantas de cobertura sobre a produtividade das culturas são inúmeros devido à melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, redução da incidência de pragas e patógenos, fixação biológica do nitrogênio atmosférico, e também pela redução da população de plantas infestantes (CASTRO e LOMBARDI NETO, 1992; GELMINI et al., 1994; GRAVENA et al., 1998; NEVES e DECHEN, 2001).

Segundo Gelmini et al. (1994), a adubação verde pode ser considerada como método de controle preventivo, além de método de controle cultural de plantas

infestantes, pois minimiza a introdução e a disseminação de plantas infestantes em determinado local, devido à competitividade e/ou à alelopatia.

Severino (2000), em São Paulo, avaliando interações competitivas entre plantas de cobertura, *Crotalaria juncea* L., amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi* Krap. & Greg) e feijão-guandú (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), e as plantas infestantes, capim-braquiária, picão-preto e capim-colonião, concluiu que independentemente da forma utilizada, incorporada ou não incorporada, a biomassa dos adubos verdes reduziu significativamente as populações destas plantas infestantes.

Silva (1995), em São Paulo, avaliando a consorciação dos adubos verdes *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* Roth., feijão-guandú, mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), mucuna-anã (*Mucuna deeringiana*), labe-labe (*Dolichos lablab* L.) e feijão-de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) em pomares de citros em formação observou que a adubação verde reduz a incidência de plantas infestantes nas entrelinhas da cultura em até 100%.

Outra forma dos adubos verdes interferirem no desenvolvimento das plantas infestantes é através de seus tecidos em decomposição que, incorporados ou não ao solo, afetam de diversas maneiras a dinâmica populacional das plantas infestantes.

Os tecidos vegetais quando incorporados ao solo são decompostos rapidamente devido à maior área de contato com os microorganismos decompositores, liberando rapidamente os compostos alelopáticos presentes no tecido ou formados durante o processo de decomposição. Segundo Almeida (1988), adubos verdes incorporados provocam efeitos alelopáticos pouco expressivos e por períodos curtos, geralmente inferiores há 25 dias.

O tecido vegetal quando não incorporado ao solo, também denominado de cobertura morta, possui menor área de contato com os microorganismos decompositores, tornando o processo de decomposição e a liberação e/ou produção de substâncias alelopáticas mais lento.

Quando não incorporado ao solo, além da ação de substâncias alelopáticas liberadas durante o processo de decomposição, segundo Lorenzi (1984), os efeitos da cobertura morta sobre a dinâmica de plantas infestantes se dão pelo impedimento físico, dificultando a emergência das plantas infestantes que possuem poucas reservas em suas sementes para atravessar a cobertura morta e em sementes fotoblásticas positivas pelo impedimento da passagem de luz. A ação

destes fatores causa redução de germinação, falta de vigor vegetativo, morte das plântulas, clorose das folhas, redução do perfilhamento e atrofiamento de raízes (ALMEIDA, 1988).

San Martin (2004), em São Paulo, verificou em experimento de campo com a cultura dos citros em formação, redução da densidade de plantas infestantes até 30 dias após a adição de cobertura morta de *Crotalaria juncea*, mistura de adubos verdes e capim-colonião. Aos 210 dias, a cobertura morta de capim-colonião proporcionou a menor densidade de plantas infestantes. Este comportamento também foi observado em pomares em produção pela cobertura morta de labe-labe e capim-colonião. Em casa de vegetação a cobertura morta proporcionou redução da densidade de plantas infestantes até 30 dias após a cobertura do solo.

Bremer Neto e Victoria Filho (2001), em São Paulo, avaliando o efeito de diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar sobre a germinação de quatro espécies de plantas infestantes, sendo elas o capim-colchão, caruru, grama-seda e tiririca constataram que a cobertura do solo a partir de 3 t.ha<sup>-1</sup> de palha foi suficiente para impedir a germinação do caruru, capim-colchão e grama-seda e a partir de 6 t.ha<sup>-1</sup> houve redução significativa da população de tiririca.

### **3.4 Características das plantas de coberturas**

Segundo Espíndola, Guerra e Almeida (1997), na escolha de espécies que serão utilizadas como vegetação intercalar deve-se levar em consideração algumas características. Com relação ao hábito de crescimento, podem apresentar um comportamento ereto, prostrado ou volúvel. Quando em consórcio com outras culturas, as espécies de hábito de crescimento volúvel podem atuar como plantas trepadeiras, exigindo cuidados no sentido de que não prejudiquem a cultura consorciada. A classificação pode ser feita de acordo com o ciclo perene e anual. As plantas do primeiro grupo são capazes de permanecer no solo durante todo o período de crescimento da cultura principal durante vários ciclos e de rebrotar após a realização de um corte, enquanto que as anuais não apresentam esta capacidade (SEVERINO, 2000; ESPÍNDOLA, GUERRA e ALMEIDA, 1997).

#### **3.4.1 Brachiária (*Brachiaria decumbens* L.)**

Segundo Seiffert (1984), existem no Brasil 16 espécies do gênero *Brachiaria*. São gramíneas de alta produção de matéria seca, estoloníferas, crescimento distribuído durante a maior parte do ano, poucos problemas relacionados às doenças e com grande capacidade de adaptação aos diferentes tipos de solo.

A *Brachiaria decumbens* é uma espécie perene, subereta, podendo atingir 1,5 m de altura, propagada por sementes e por partes da planta que apresentam raízes, possui florescimento abundante, no entanto com baixa produção de sementes viáveis. Seu estabelecimento ocorre entre 90 e 120 dias após a semeadura. Não tolera solos com drenagem deficiente e alagadiços apresentando respostas a níveis mais altos de P e K.

#### **3.4.2 Nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.)**

O nabo pertence a família das Crucíferas, é uma planta anual, herbácea, ereta, ramificada, com raiz pivotante profunda, altura de 100 a 180 cm. Alta capacidade de reciclagem de N e P, adaptando-se bem a solos arenosos, desde que não demasiadamente secos, respondendo a solos corrigidos com calcário. De fácil manejo, deve ser manejada aos 120 dias, no pleno florescimento, com roçadeira ou trituradores, porém o corte alto possibilita a rebrota. As sementes ricas em óleo não apresentam dormência, germinando com pouca umidade. As plantas de nabo-forrageiro não se desenvolvem bem no verão, e sua presença ou o material sobre a superfície do solo diminui a infestação de invasoras. A semeadura é difícil devido ao pequeno tamanho.

#### **3.4.3 Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) Leeke)**

O milheto é uma Gramíneas bastante rústica, com grande produção de matéria seca (8 a 10 t.ha<sup>-1</sup>), ciclo médio de 60 a 90 dias, altura de 0,5 a 2,5m conforme a cultivar, com época de semeadura de setembro a março, rebrotando muito bem após roçado no início do florescimento. Seu cultivo tem aumentado, principalmente em razão da sua alta capacidade de formar cobertura seca (palha) na superfície do solo.

#### **3.4.4 Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.)**

O feijão-de-porco é uma Leguminosa anual ou bianual herbácea, rústica, de crescimento inicial lento, ereto e hábito determinado (60 a 120 cm de altura), resistente a altas temperaturas e à seca. Tolerante a sombreamento parcial e a geada, adaptando-se a diferentes tipos de solo, inclusive solos pobres. Semeadura convencional de setembro a dezembro e manejo no florescimento/início da formação de vagens (100 a 120 dias). Promotora de boa cobertura do solo, com efeito alelopático às invasoras, atuando eficientemente no controle da tiririca (*Cyperus sp*). O avantajado tamanho das sementes leva a um gasto elevado na implantação. Esporadicamente sofre ataque de vaquinha (*Diabrotica speciosa*), sendo hospedeira da mosca-branca (*Bemisia tabaci*), transmissora do VMDF (vírus do mosaico dourado do feijoeiro) e de outras viroses do feijoeiro comum.

### **3.5 Consórcios entre gramíneas e leguminosas**

Segundo Cadish, Schunke e Giller (1994), a consorciação de leguminosas e gramíneas é uma das principais maneiras de prevenir a degradação dos solos. As leguminosas forrageiras tropicais, quando em simbiose com estirpe de rizóbio eficiente, podem fornecer grandes quantidades de N ao sistema. A proporção de N fixado pelas leguminosas em consórcio é normalmente grande, pela alta competitividade da gramínea pelo N do solo, estimulando a simbiose para maiores níveis de fixação biológica de nitrogênio (VIERA-VARGAS et al., 1995). A leguminosa, por meio da fixação biológica do N atmosférico, promove o abastecimento contínuo de N envolvendo baixa quantidade de fertilizantes, redução da relação carbono:nitrogênio do solo favorecendo os processos de mineralização da matéria orgânica e da palha proveniente destas consorciações.

Schunke et al. (2000) avaliaram o crescimento e a qualidade do capim-braquiária em resposta à ciclagem do N da palha dessa gramínea pura e consorciada com estilosantes “Campo Grande”. O tratamento com capim-braquiária consorciado depositou sobre o solo 8.300 kg ha<sup>-1</sup> de palha e 141 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto que a braquiária pura depositou 5.860 kg ha<sup>-1</sup> de palha e 69 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Os dados obtidos por Cadish, Schunke e Giller (1994) indicam que uma composição botânica com cerca de 30% de leguminosa (matéria seca) consorciada

é suficiente para balancear as perdas de N do sistema e manter a produtividade vegetal e a fertilidade do solo, em longo prazo. Em curto prazo, a leguminosa não afeta a reserva orgânica do solo, no entanto a taxa de mineralização e os teores das formas inorgânicas de N refletem melhor os efeitos da leguminosa.

### **3.6 Manejo de plantas de cobertura vegetal**

O manejo dos adubos verdes deve ser efetuado logo após o pleno florescimento, época em que o material não se encontra muito fibroso ou maduro e está no auge da acumulação de nutrientes. Após esse período, os efeitos podem tornar-se mais prejudiciais que benéficos, devido à imobilização temporária do nitrogênio pela relação C:N muito alta do material, ou seja, para a transformação ou degradação de material fibroso e rico em celulose, hemicelulose e lignina os microorganismos consomem muita energia (nitrogênio) do solo. Isto ocorre quando se plantam espécies para adubação verde em áreas com citros para produção de sementes, ou seja, ao invés dos benefícios do manejo no florescimento, o material fibroso pode roubar nutrientes do solo.

Outro inconveniente de incorporar plantas após o amadurecimento das sementes é a possibilidade de infestação da área, pois algumas espécies mantêm viáveis suas sementes por vários anos, podendo tornar-se plantas infestantes de difícil controle.

O corte do material deve ser efetuado com roçadeira ou trituradores, cortando rente ao solo e deixando o material picado sobre a superfície do solo protegendo-o e sofrendo degradação lenta. Em pomares, o uso de arados, rolo faca ou grade de discos, não é recomendado, por desestruturar o solo e destruir os canais formados pelas raízes dos adubos verdes. O corte sucessivo com esses equipamentos interfere negativamente, prejudicando a formação de uma copa mais vigorosa e maior produção de frutos por planta. Outras desvantagens desta exposição são expor as radículas a altas temperaturas e a infecções de *Phytophthora* (gomose) e outros fungos oportunistas; aumento da erosão laminar e lixiviação; aumento de áreas compactadas (pé de grade); disseminação de doenças e pragas; propagação de gramíneas indesejáveis, como braquiária, grama seda, carrapicho; diminuição do conteúdo de matéria orgânica.

Esses equipamentos aceleram o processo de degradação do material, por aumentar o contato microorganismos no solo com a cobertura morta.

Espécies como o guandu, o lab-lab e o milheto também podem ser cortadas mais altas (60cm), rebrotando e fornecendo mais material verde. Cortes a 20-30 cm de altura, próximos ao início do inverno, diminuem a atividade dessas plantas, que resistem à seca, rebrotando com as primeiras chuvas da próxima estação, não necessitando de nova semeadura.

Segundo Miyasaka et al. (1984), os compostos orgânicos encontrados nos tecidos vegetais, como hidratos de carbono (açúcares e amidos - 1 a 5%, hemicelulose - 10 a 28% e celulose - 20 a 50%), gorduras, ceras e taninos (1 a 8%), ligninas (10 a 30%) e proteínas (1 a 15%), são submetidos ao processo de decomposição, mas não se decompõem com a mesma velocidade. Os açúcares, amidos e proteínas simples são os que se decompõem mais facilmente, seguidos pela proteína bruta e pela hemicelulose. Compostos como a celulose, lignina, óleos, resinas e gorduras são mais resistentes ao processo de decomposição e tendem a persistir no solo. Estes compostos complexos, provenientes de materiais mais resistentes à decomposição, dão origem à substância que se denomina húmus.

A permanência da cobertura morta depende muito da velocidade de decomposição dos resíduos, isto é, quanto mais rápido os resíduos vegetais se decompõem, menos protegem o solo. A decomposição está inversamente relacionada ao teor de lignina e à relação C:N (Costa et al, 1993). Assim, se o material em decomposição apresentar pouco N (alta relação C:N), este provavelmente será o fator limitante ao crescimento da população microbiana, que, em média, apresenta C:N igual a 10. Resíduos com uma relação C:N elevada (> 25) formam uma cobertura morta estável, que melhor contribui para a estruturação do solo e a proteção da superfície do impacto da chuva e da radiação solar.

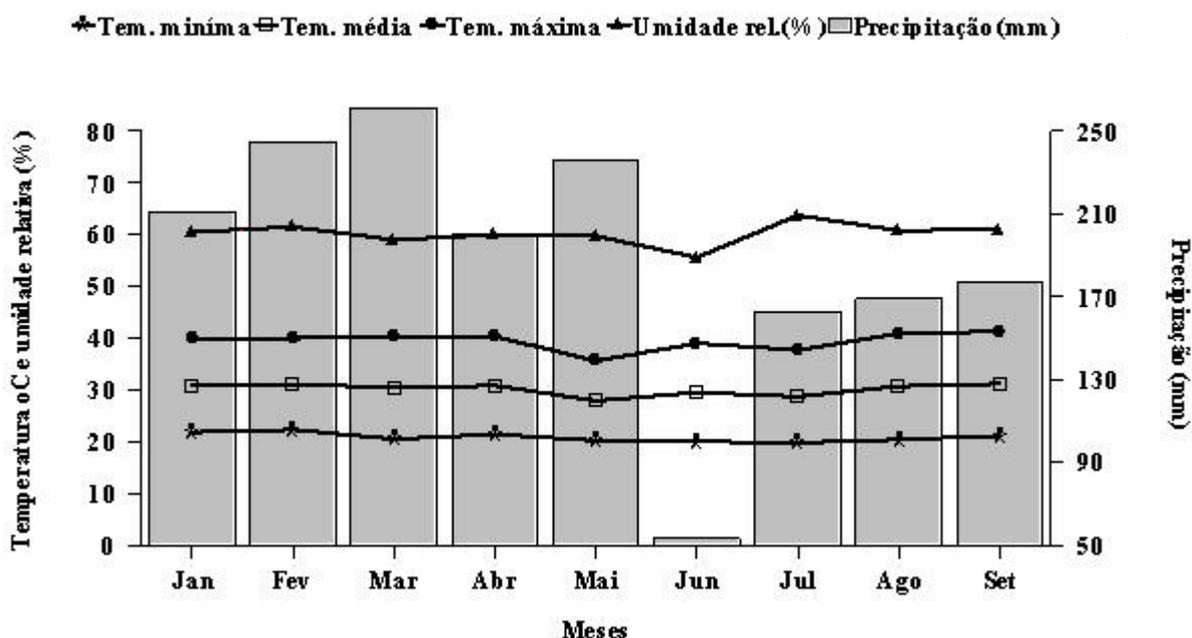
## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área experimental

O estudo foi realizado em uma área de produção comercial de laranja na Fazenda FMI Citros, ramal do Procópio, localizada no km 112, na AM 10, município de Rio Preto da Eva-AM, na latitude 02° 42' 24,1" S, longitude 59° 26' 02,6" W e altitude de 80 m em relação ao nível do mar.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am (Clima tropical de monção) com temperatura média anual de 27 °C, pluviosidade média anual de 2.015 mm e umidade relativa do ar em torno de 88% (VIANELLO E ALVES, 2002).

Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura média mensal durante a condução do experimento foram obtidos na Estação Meteorológica do IDAM (Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas) localizada na Fazenda Panorama, município de Rio Preto da Eva-AM (Figura 1).



**Figura 1.** Valores médios mensais de precipitação pluviométrica, umidade, temperatura média, mínima e máxima durante o período de condução do experimento. Rio Preto da Eva-AM, 2012.

## 4.2 Caracterização do solo

O solo foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006).

As características químicas e físicas do solo (Tabela 1 e 2) foram determinadas antes da implantação do experimento para estabelecer o marco zero.

A amostragem do solo foi realizada em quatro profundidades, de forma aleatória na área do experimento, num total de 24 subamostras simples, com o auxílio de enxada, trado holandês e paleta. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal do Amazonas para análise química (Tabela 1) e ao Laboratório de Física do Solo da Embrapa Ocidental para análise granulométrica (Tabela 2).

**Tabela 1.** Valores médios dos atributos químicos do solo da área experimental, em diferentes profundidades. Rio Preto da Eva-AM, 2011.

Profundidade Cm	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	T	V
	H <sub>2</sub> O	dag kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%
0 - 10	4,1	2,89	3,0	18	1,0	0,9	0,7	5,94	7,89	24,68
11 - 20	4,3	2,96	3,0	14	0,45	0,1	1,1	5,61	6,20	9,45
21 - 40	4,75	3,16	2,0	8	0,2	0,0	1,0	4,12	4,34	5,08
41 - 60	4,75	1,1	1,0	8	0,2	0,0	0,8	2,97	3,19	6,91

**Tabela 2.** Valores médios da granulometria do solo da área experimental, em diferentes profundidades. Rio Preto da Eva-AM, 2011.

Profundidade cm	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila	Classificação textural do solo
	2.00-0.20 mm	0.20-0.05 mm	2.00-0.05 mm	0.05-0.002 mm	>0.002 mm	
	g kg <sup>-1</sup>					
0 - 10	252,98	89,37	342,36	123,52	534,13	Argila
11 - 20	239,88	86,56	326,44	128,49	545,06	Argila
21 - 40	210,18	83,18	293,36	131,38	575,25	Argila
41 - 60	187,13	75,12	262,23	98,77	680,67	Muito Arg.

### 4.3 Caracterização do pomar

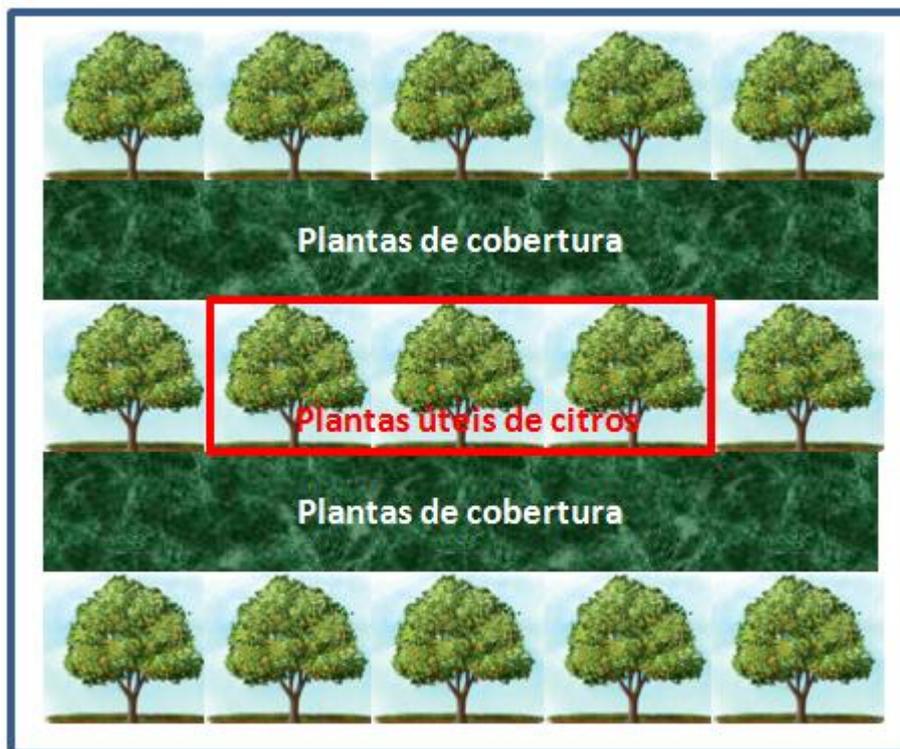
O pomar foi implantado em novembro de 2008 com espaçamento de plantio de 7 m nas entrelinhas e 4 m entre plantas na linha, correspondendo a densidade 357 plantas ha<sup>-1</sup>.

A variedade plantada foi a 'Pera' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) enxertada sobre limoeiro 'cravo' (*Citrus limonia* (L.) Osbeck).

### 4.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos com plantas de coberturas foram os seguintes: Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), milho (*Pennisetum glaucum* (L.) Leake), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), combinação 50% milho + feijão de porco e manejo do produtor (controle).

As unidades experimentais foram compostas de 15 plantas, sendo três linhas com cinco plantas, onde foram consideradas três plantas úteis da linha central (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui da unidade experimental.

#### 4.5 Instalação, adubação e condução do experimento

O experimento foi instalado em novembro de 2011, a partir da demarcação e georeferenciamento da área, preparo e correção do solo.

O solo foi preparado de maneira convencional com aplicação de herbicida nas entrelinhas e calcário de acordo com análise química do solo e uma gradagem leve com excessão do tratamento controle. O herbicida utilizado foi o Paraquat (400 g ha<sup>-1</sup>) aplicado por meio de pulverizador de barras, bicos tipo leque (110.03) e volume de aplicação de 300 L de calda por hectare.

A correção do solo foi realizada por meio da aplicação de calcário dolomítico (PRNT 91%), na dose de 3,6 t ha<sup>-1</sup>, para elevação da saturação de bases a 60%, indicada pelas análises químicas do solo.

As sementes das plantas de cobertura foram distribuídas a lanço durante o período chuvoso do mês de janeiro de 2012.

A quantidade de sementes utilizadas nas parcelas experimentais foi calculada a partir da recomendação dos fornecedores como sendo: 120 kg (sementes por hectare) para o feijão de porco; 20 kg para o nabo forrageiro e milho; e 16 kg para Braquiária. No tratamento de combinação 50% milho + feijão de porco utilizou-se a metade das quantidades recomendadas para os tratamentos solteiros, sendo: 60 kg de feijão de porco + 10 kg de milho.

Para facilitar a semeadura à lanço das sementes, estas foram misturadas ao substrato agrícola Vivatto (3 kg parcela<sup>-1</sup>) (Tabela 3) e com o fertilizante fosfatado (4,16 kg parcela<sup>-1</sup> superfosfato simples) a fim de aumentar o volume e melhorar a distribuição das sementes nas parcelas. O substrato era composto de casca de pinus bio-estabilizada, vermiculita, moinha de carvão vegetal, água e espuma fenólica. A adubação com fósforo foi apenas nas entrelinhas com a fonte superfosfato simples (20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) de acordo com as recomendações para plantas de coberturas. Em seguida fez-se a incorporação superficial das sementes com um rastelo. Devido à alta precipitação ocorrida após a semeadura (Figura 1), verificou-se sinais de erosão em algumas parcelas, ocasionando o transporte de sementes. Assim, foi necessário realizar um replantio das espécies nas parcelas mais prejudicadas pela chuva, o que ocorreu aos 15 dias após a primeira semeadura.

Após a semeadura não foi realizada nenhuma adubação de cobertura durante o ciclo das espécies de coberturas.

No tratamento controle (testemunha) realizou-se uma roçagem na mesma época da semeadura das plantas de coberturas, com a finalidade de proporcionar a mesma condição para todas as coberturas no momento de serem manejadas mecanicamente.

**Tabela 3.** Composição do substrato agrícola "Vivatto" segundo fabricante. Rio Preto da Eva-AM, 2012.

Diluição 1:5 (v/v)		Massa/massa		Densidade	Aditivos (massa/massa)	
p.H	C.E. (ms/cm)	C.R.A.	Umid.	Base seca	Fertilizantes	Corretivo
5,6 ± 0,	1,2 ± 0,3	200%	48%	260 kg.m <sup>-2</sup>	1,50%	0,20%

O manejo mecânico das plantas de cobertura foi realizado com roçadeira convencional (Marca Lavrale, Modelo RDA/RDU) projetada para deixar a fitomassa cortada dentro da faixa roçada.

A época de corte do feijão de porco ocorreu durante o pleno florescimento e início de formação de vagens. Para a braquiária, ficou estabelecido o seu manejo antes da formação de sementes. O corte do nabo forrageiro ocorreu quando a planta estava na fase final de floração, época em que não se produz brotação e folhas em fase final de senescência. Para o milho, o manejo foi quando a planta estava na fase final do pendramento.

Para todos os tratamentos, o manejo mecânico foi efetuado aos 90 dias após a semeadura (DAS), período em que todas as coberturas apresentavam-se no ponto considerado adequado para o corte.

#### 4.6 Avaliação das espécies de coberturas

- **Densidade populacional e matéria seca**

Para determinar a densidade e a quantidade de matéria seca produzida para cada cobertura vegetal, foi lançado um amostrador de 1 m<sup>2</sup> lançado duas vezes em cada parcela. A parte aérea das plantas de cada espécie foi cortada rente ao solo e colocadas em sacos de papel devidamente identificados. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas ao laboratório para demais avaliações e posteriormente secas

em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 75 °C, até atingir peso constante.

- **Avaliação da área foliar**

A área foliar produzida em cada espécie de cobertura vegetal foi medida de acordo com amostragem para determinação da matéria seca, e foi obtida com auxílio do equipamento “*area metter*”, marca LI-COR, modelo 3050A, após a separação das folhas das demais partes da planta.

- **Análise de crescimento**

Com os dados de área foliar e matéria seca, foram determinados os índices de crescimento: Razão de área foliar (RAF) (Equação 1), Área foliar específica (AFE) (Equação 2) e Índice de área foliar (IAF) (Equação 3) segundo Fitter e Hay, (1981):

$$(1) \quad \text{RAF} = \frac{L_A}{W} = \frac{(\text{área foliar total})}{(\text{matéria seca parte aérea planta})} = \frac{\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}}{\text{MS}}$$

$$(2) \quad \text{AFE} = \frac{L_A}{L_W} = \frac{(\text{área foliar})}{(\text{matéria seca foliar})} = \frac{\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}}{\text{MS}}$$

$$(3) \quad \text{IAF} = \frac{L_A}{P} = \frac{(\text{área foliar, m}^2)}{(\text{área coberta do solo, m}^2)}$$

#### 4.7 Avaliação das plantas infestantes

Antes da instalação do experimento em campo as plantas infestantes foram coletadas, para identificação e em seguida processadas em exsiccatas e depositadas no herbário da UFAM.

A amostragem foi aleatória em 24 pontos, utilizando-se um amostrador com área de 0,12 m<sup>2</sup>. As plantas selecionadas foram cortadas rentes ao solo, recolhidas e levadas ao Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas onde foram identificadas em nível de família, gênero e espécie. Os nomes botânicos foram conferidos na página da web do Missouri Botanical Garden. Todas as amostras das plantas

infestantes foram secas em estufa com aeração forçada, ajustada a 75 °C, para pesagem da matéria seca para confecção de exsiccatas.

As espécies de plantas que ocorreram no pomar foram avaliadas pelos índices fitossociológicos: densidade absoluta (Dabs) (Equação 1) e relativa (Dr) (Equação 2), frequência absoluta (Fabs) (Equação 3) e relativa (Fr) (Equação 4), abundância absoluta (Aabs) (Equação 5) e relativa (Ar) (Equação 6) e índice de valor de importância (IVI) (Equação 7) proposto por Mueller-Dombois e Elleberg (1974).

$$(1) D_{abs} = \frac{\text{Número total de indivíduos por espécie}}{\text{Área total coletada}}$$

$$(2) D_r (\%) = \frac{\text{Densidade absoluta da espécie} \times 100}{\Sigma \text{ de densidade absoluta de todas as espécies}}$$

$$(3) F_{abs} = \frac{\text{Número de parcelas que contêm a espécie}}{\text{Número total de parcelas utilizadas}}$$

$$(4) F_r (\%) = \frac{\text{Frequência absoluta da espécie} \times 100}{\Sigma \text{ de frequência absoluta de todas as espécies}}$$

$$(5) A_{abs} = \frac{\text{Número total de indivíduos por espécies}}{\text{Número total de parcelas que contêm a espécie}}$$

$$(6) A_r = \frac{\text{Abundância absoluta da espécie} \times 100}{\Sigma \text{ de abundância absoluta de todas as espécies}}$$

$$(7) IVI = Fr + Ar + DoR$$

Aos 90 dias após a semeadura das plantas de cobertura foi realizado nas entrelinhas do pomar o levantamento da comunidade infestante. Este foi realizado de acordo com amostragem para determinação de matéria seca, usando um quadrado amostrador de 1 m<sup>2</sup>, que foi lançado duas vezes em cada parcela.

Além da determinação da comunidade infestante foi realizado estudo fitossociológico. A parte aérea das plantas infestantes de cada espécie foi cortada

rente ao solo e colocadas em sacos de papel devidamente identificados e conduzidos ao laboratório onde foram secas em estufa de ventilação forçada a 75 °C até peso constante. Determinou-se a matéria seca e em seguida a importância relativa das plantas infestantes que conseguiram emergir juntamente com as espécies de cobertura.

#### **4.8 Velocidade de degradação das coberturas vegetais**

Para avaliar a velocidade de degradação das coberturas vegetais foi utilizado o método das sacolas de decomposição ("*litter bags*"). As sacolas de decomposição foram confeccionadas com material polietileno, com abertura de malha de 5 mm, para permitir a colonização por microorganismos e invertebrados (Santos & Whilford, 1981; Silva et al., 1997; Schunke, 1998; Espíndola et al., 1998). Em cada sacola foram colocados aproximadamente 20 g de matéria seca de cada espécie das plantas de cobertura. Em seguida as sacolas foram distribuídas aleatoriamente em cada unidade experimental, em contato com a superfície do solo nas entrelinhas do pomar de laranjeira.

As avaliações foram realizadas aos: 7, 14, 28, 56, 84, 112 e 140 dias após a instalação das sacolas no campo. Após cada período, as sacolas foram coletadas e levadas à estufa de circulação forçada a 75 °C, até atingir peso constante, e em seguida pesadas.

A subtração entre o peso seco inicial e o peso obtido em cada período de coleta foi usado para descrever a curva de perda de matéria seca por decomposição, ao longo do período de 140 dias de avaliação.

A constante de decomposição ( $k$ ) dos resíduos foi calculada pelo modelo exponencial simples utilizado por REZENDE et al. (1999):

$$k = \ln(X/X_0)/t$$

Onde:

$X$  = quantidade de matéria seca remanescente após um período de tempo  $t$ ;

$X_0$  = quantidade de matéria seca inicial;

$k$  = constante de decomposição;

$t$  = tempo em dias.

O tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) é um parâmetro importante na avaliação da dinâmica de decomposição de resíduos vegetais, expressando o período de tempo, necessário para que 50% do material seja decomposto. O tempo de meia vida foi calculado pela equação:

$$t_{1/2} = \ln(2)/k$$

Onde:

*k* = constante de decomposição;

#### **4.9 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% ( $p \leq 0,01$ ) de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Plantas de cobertura

A densidade de plantas infestantes do tratamento controle foi superior a todas as plantas de cobertura, e dentre as plantas de cobertura, o milho apresentou maior número de plantas (Tabela 4).

O alto número de plantas no tratamento controle pode estar relacionado ao banco de sementes do solo, a riqueza específica e também em função do manejo na área do experimento.

**Tabela 4.** Valores médios de número de plantas, peso da matéria seca do caule, peso da matéria seca foliar e peso da matéria seca total de espécies de cobertura de solo, no município de Rio Preto da Eva-AM, 2012. <sup>(1)</sup>

Tratamentos	Número	Matéria	Matéria	Matéria
	de	seca caule	seca foliar	seca total
	Plantas	t ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>
	Ha			
<i>Brachiaria decumbens</i>	920.000	4,84 a	1,50 b	6,35 a
Nabo forrageiro	277.500	1,08 c	0,00 c	1,08 c
Feijão de porco	200.000	2,55 bc	2,44 a	5,00 ab
Milho	2.017.500	5,08 a	1,02 b	6,11 ab
Feijão de porco + milho	885.000	4,21 ab	0,97 b	5,18 ab
Manejo produtor (controle)	4.551.250	-	-	3,73 b
<b>Médias</b>	4.247.500	3,55	1,18	4,36
<b>DMS</b>	-	2,08	0,84	2,61
<b>CV(%)</b>	76,04	25,99	31,66	24,86

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 1% (p≤0,01) de probabilidade.

As características de peso da matéria seca, do caule e folha foram comparadas para os tratamentos com as plantas de cobertura.

Os tratamentos com braquiária e milho apresentaram os maiores peso de caules, seguidos de feijão de porco + milho, feijão de porco e nabo forrageiro (Tabela 4).

Em relação a matéria seca foliar, o feijão de porco apresentou maior peso em relação as demais plantas de cobertura com 2,44 t ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos braquiária, milho e feijão de porco+milho não diferiram entre si. Apenas o tratamento nabo

forageiro apresentou o menor valor de peso de matéria seca foliar. Trabalho realizado por Reis et al.,(2013) também verificou que o nabo forrageiro apresentou baixa produção de matéria seca foliar quando comparado com outras espécies de plantas de cobertura. Esse fato poder ser devido ao seu ciclo de desenvolvimento que apresentou comportamento de precocidade neste experimento e atingiu 50% do florescimento aos 38 dias após a semeadura e aos 90 dias apresentou senescência total das folhas. Segundo ERWIN et al., (2002) o nabo forrageiro é relatado com desenvolvimento em condições de dias longos e curtos. O tratamento com braquiária, milho e a mistura de feijão+milho não foram diferentes entre si.

A produção de matéria seca total para braquiária foi de 6,35 t ha<sup>-1</sup> aos 90 dias (70,55 kg/dia/ha) após a semeadura. Este valor é menor que aquele obtido por Braz et al., (2005) que foi de 23,6 t ha<sup>-1</sup>, aos 107 dias (220,56 kg/dia/ha). Já o nabo forrageiro foi o que produziu os menores peso de matéria seca total, 1,09 t ha<sup>-1</sup>. Esta diferença de taxa de crescimento por dia, pode indicar que além dos fatores edáficos, o comprimento do dia reduziu o período de acúmulo de matéria seca do nabo forrageiro. Esta baixa produção de fitomassa de nabo forrageiro para a região de cerrado em Goiás, pode ser devido a sua menor adaptação ao clima (CARNEIRO et al., (2008). Os tratamentos feijão de porco, milho e a mistura feijão+milho apresentaram valores intermediários de 5 t ha<sup>-1</sup>, 6,11 t ha<sup>-1</sup> e 5,18 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, diferindo-se apenas dos tratamentos nabo forrageiro e o controle que produziram 1,09 t ha<sup>-1</sup> e 3,73 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

A área foliar das plantas de cobertura apresentou diferenças significativas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Valores médios de área foliar, área foliar específica, razão de área foliar e índice de área foliar de espécies de cobertura de solo, no município de Rio Preto da Eva-AM, 2012

Tratamentos	Área foliar m <sup>2</sup>	Área foliar específica m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> MS	Razão de área foliar m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> MS	Índice de área de foliar
<i>Brachiaria decumbens</i>	2,38 ab	15,79 a	3,78 ab	2,38 ab
Nabo forrageiro	0,00 d	0,00 b	0,00 d	0,00 d
Feijão de porco	2,79 a	11,52 a	5,60 a	2,79 a
Milheto	1,12 cd	11,11 a	1,87 c	1,12 cd
Feijão de porco+milheto	1,51 bc	15,86 a	2,89 bc	1,51 bc
<b>Médias</b>	1,56	10,86	2,83	1,56
<b>DMS</b>	1,12	5,87	1,84	1,12
<b>CV(%)</b>	32,06	23,98	28,83	32,06

As médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a 1% ( $p \leq 0,01$ ) de probabilidade, pelo teste Tukey.

O tratamento feijão de porco e a braquiária foram as espécies com maiores valores de área foliar aos 90 dias após a semeadura. Ao contrário do nabo forrageiro que nessa época se encontrava em senescência das folhas mostrando os piores resultados para as variáveis de crescimento.

A área foliar específica representa o acumulo de reservas das plantas de cobertura. Não houve diferença entre a área foliar específica das espécies de cobertura do solo, exceto para o nabo forrageiro que estava completamente desfolhado na época da avaliação..

A razão de área foliar, os tratamentos feijão de porco e a braquiária não houve diferença significativa, porém essas plantas de cobertura diferiram das demais, mostrando superioridade em relação aos milheto e a mistura de feijão+milheto.

A análise da razão da área foliar permite detectar a translocação e partição de assimilados para as folhas em relação à matéria seca de toda a planta. Peluzio et al. (1999) afirmam que a razão da área foliar apresenta decréscimo com a ontogenia da planta.

O tratamento feijão de porco apresentou maior valor do índice de área foliar (2,79 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>), seguido da braquiária, feijão+milheto e milheto com 2,38 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>, 1,51 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> e 1,12 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> respectivamente. O valor da razão de área foliar mostra que o milheto acumula suas reservas no caule.

O índice de área foliar aumenta até que ocorra o auto-sombreamento e isto

diminui a eficiência fotossintética (BENINCASA, 2003).

## 5.2 Plantas infestantes

A estrutura fitossociológica das espécies de plantas infestantes encontradas na área de estudo antes da implantação das plantas de cobertura está apresentada na tabela 6.

**Tabela 6.** Estrutura fitossociológica das principais espécies de plantas infestantes encontradas na área de estudo. Rio Preto da Eva-AM, 2011.

Identificação/ Família/Espécie	Total de indivíduos	Parâmetros fitossociológicos						
		Densidade		Frequência		Abundância		IVI
		Abs*	R	Abs	R	Abs	R	
Poaceae								
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	2.042	709,0	74,2	95,0	21,5	85,1	74,2	170,0
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	188	65,3	6,8	16,0	3,7	7,8	6,8	17,4
<i>Paspalum notatum</i> Fluggé	146	50,7	5,3	20,0	4,7	6,1	5,3	15,3
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	42	14,6	1,5	12,0	2,8	1,7	1,5	5,8
Amaranthaceae								
<i>Alternanthera tenella</i> (L.)	64	22,3	5,3	76,0	17,7	2,7	2,3	22,3
Fabaceae								
<i>Calopogonium muconoides</i> Desv.	15	5,2	0,6	37,0	8,4	0,6	0,5	9,5
Rubiaceae								
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	9	3,1	0,3	29,0	6,5	0,4	0,3	7,2
Cyperaceae								
<i>Rhynchospora puber</i> (Vahl)	31	10,8	1,1	8,0	1,9	1,3	1,1	4,1
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeck	12	4,2	0,4	12,0	2,8	0,5	0,4	3,7
Malvaceae								
<i>Sida cordifolia</i> L.	4	1,4	0,1	12,0	2,8	0,2	0,1	3,1
Outros	146	49,8	5,3	71,0	18,5	6,3	5,3	28,8
Total	2.752	955	100	4,45	100	114	100	300

\*Abs - absoluto; R - relativo; IVI - índice de valor de importância.

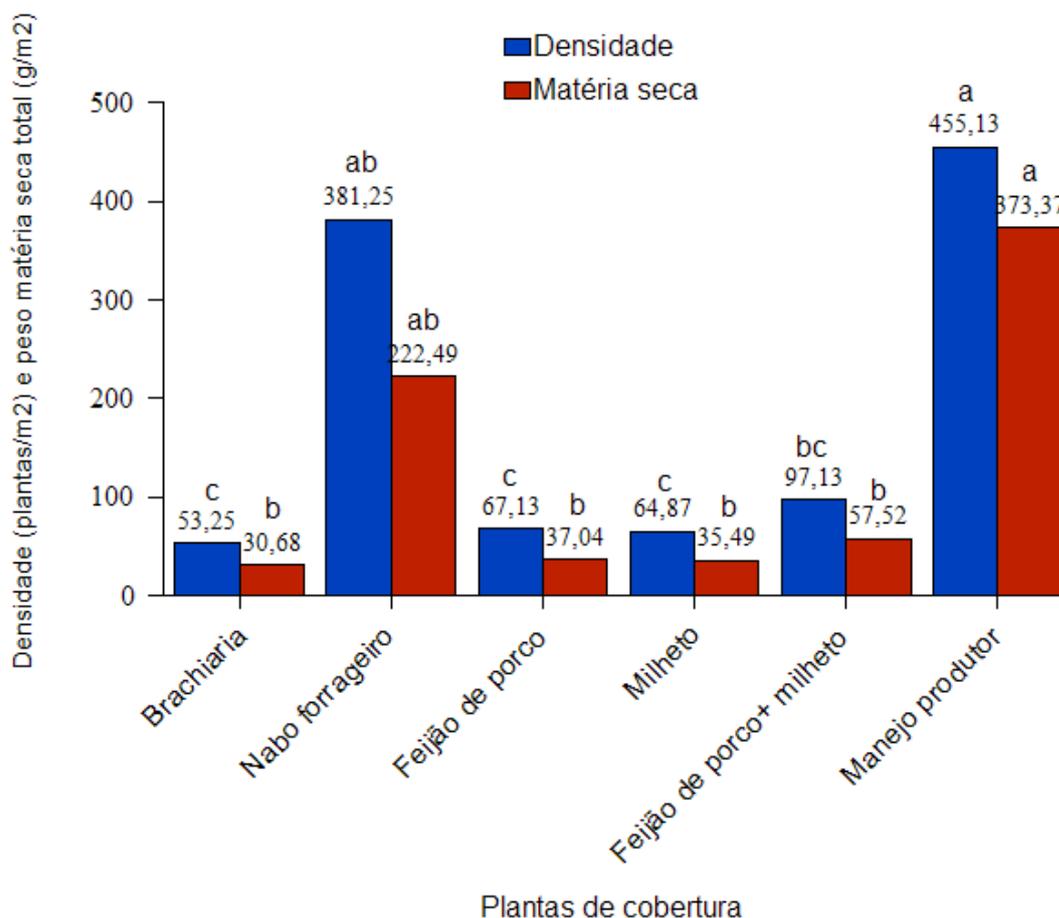
Foram identificadas seis famílias, dez gêneros e dez espécies, totalizando 2.752 indivíduos, com densidade superior a 955 plantas m<sup>-2</sup>. Neste pomar, a espécie predominante pertence à família Poaceae, com destaque para *Paspalum conjugatum* P.J. Bergius, que apresentou densidade de 709 plantas m<sup>-2</sup> (Tabela 6).

Em levantamento de plantas infestantes em pomares de laranja no município de Rio Preto da Eva, AM, realizado por Cavalcante et al. (2010), as espécies mais representativas foram *Commelina diffusa* Burm. f. (Commelinaceae) e *Peperomia pellucida* (L.) Kunth (Piperaceae), das quais se obtiveram os maiores valores de densidade e de IVI. Neste estudo, a predominância de *P. conjugatum* deve-se provavelmente ao manejo de plantas infestantes empregado na área de estudo, o que torna importante o sistema de controle de plantas invasoras adotado

pelo produtor, pois o aumento da população desta invasora pode ser devido ao método, bem como a época de controle . Como o manejo foi feito com aplicações contínuas de herbicida nas linhas e roçadas nas entrelinhas, era de se esperar que, nas entrelinhas, algumas espécies predominassem sobre outras. Além disso, *P. conjugatum* é perene, se reproduz por sementes e se multiplica por estolhos (KISSMANN, 1997), favorecendo seu estabelecimento nos pomares de citros. A diferença de densidades e de riqueza específica de plantas infestantes no pomar pode ser explicada pelo manejo das plantas infestantes pelo produtor. Além disso, o período com que a capina foi realizada pode modificar tanto a densidade como a flora daninha de uma área, pois quando é efetuada após a liberação de propágulos pode aumentar a germinação de sementes de algumas espécies, contribuindo para a predominância em relação à outras.

Espécies da família Poaceae e Amaranthaceae foram as mais representativas do levantamento, pois apresentaram maiores valores de densidade, frequência, abundância e IVI. As famílias Fabaceae, Rubiaceae, Cyperaceae e Rubiaceae foram pouco representativas, apresentando poucas espécies, indivíduos e baixos valores de IVI (Tabela 6). As baixas densidades e frequências destas espécies devem-se, provavelmente, ao seu ciclo anual de vida e a sua forma de reprodução, quase que exclusivamente por sementes, o que afeta seu poder competitivo e dificulta seu estabelecimento junto a espécies perenes ou semiperenes.

Na figura 3 são apresentados os resultados de densidade e matéria seca das plantas infestantes no momento em que foi realizada a roçagem das plantas de cobertura.



**Figura 3.** Supressão das plantas de cobertura sobre a densidade (plantas m<sup>-2</sup>) e produção de matéria seca (g m<sup>-2</sup>) das plantas infestantes no dia anterior ao corte mecânico das plantas de cobertura, Rio Preto da Eva-AM, 2012.

Os tratamentos com as plantas de cobertura braquiária, feijão de porco, milheto e feijão+milheto proporcionaram maior efeito supressor sobre as plantas infestantes devido a maior produção de fitomassa e maior taxa de crescimento em relação aos demais tratamentos (Tabela 4). Também poder ser atribuído a fenômenos físicos e alelopáticos. O fenômeno físico evita a entrada de luz e as oscilações térmicas que influenciam a germinação de diseminulos das plantas infestantes como tem sido relatado por Adegas (1997) e Pitelli (1985).

O nabo forrageiro não foi eficiente na supressão das plantas infestantes quando comparado às outras plantas de cobertura. Esse resultado pode estar relacionado a baixa produção de matéria seca e ao baixo índice de crescimento desta espécie (Tabela 4). Moraes et al. (2009) comparando nabo forrageiro com outras coberturas constataram que, de modo geral, essa cobertura permitiu maior desenvolvimento de plantas infestantes. Resultados semelhante foram encontrados por Rizzardi e Silva (2006) e Balbinot Jr. et al. (2007). Outro fator que pode ter

influenciado no maior número de plantas infestantes foi a maior incidência de luz no solo, estimulando a germinação de sementes fotoblásticas positivas.

O manejo do produtor (controle) apresentou elevados valores de densidade e matéria seca total de plantas infestantes. Esse resultado mostra que a implantação de espécies de cobertura, principalmente gramíneas e leguminosas, reduz consideravelmente a densidade e produção de matéria seca destas espécies infestantes (Figura 3). San Martín, Azevedo e Victoria Filho (2006) relatam que entre as características que uma cobertura vegetal deve apresentar para ser eficaz no manejo de plantas infestantes está a alta produção de fitomassa, o sistema radicular profundo e o estabelecimento rápido na área. Entretanto, Gomes Junior e Christoffoleti (2008), dependendo da espécie de cobertura e da quantidade de palhada existente sobre o solo, o controle das plantas infestantes pode ocorrer devido à atividade alelopática e/ou com a formação de barreira física, impedindo a sobrevivência das sementes germinadas na superfície do solo.

### 5.3 Decomposição das plantas de cobertura

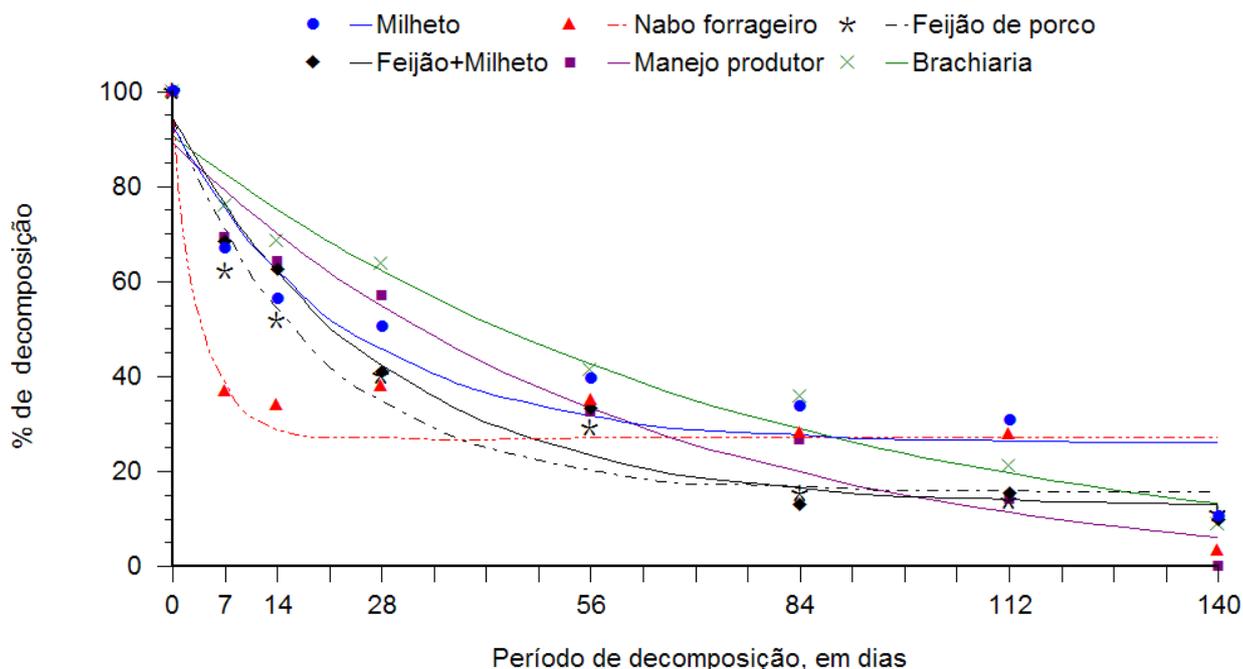
A equação que melhor ajustou a decomposição das coberturas vegetais foi o modelo exponencial:  $Y = a + b \exp(-x / c)$ .

Os parâmetros da equação e valor de ajuste dos dados originais para cada uma das plantas de cobertura estão apresentados na tabela 7.

**Tabela 7.** Parâmetros do modelo exponencial e seus respectivos valores de  $R^2$  da equação estimada de perda de matéria seca das plantas de cobertura gerado pelos valores médios de decomposição.

Tratamentos	A	B	c	$R^2$
Brachiaria	-1,221	91,661	75,638	0,962
Nabo forrageiro	27,071	72,781	3,806	0,853
Feijão de porco	15,658	78,624	19,809	0,961
Milheto	25,922	66,929	22,988	0,895
Feijão+milheto	12,574	82,007	27,765	0,970
Manejo produtor	-2,804	92,076	59,995	0,955

A cinética do processo de decomposição dos resíduos das espécies de cobertura foi similar com taxa decrescente, seguindo um padrão exponencial com o tempo (Figura 4).



**Figura 4.** Decomposição da matéria seca remanescente proveniente da parte aérea das plantas de cobertura em função do período que permaneceu em campo. Rio Preto da Eva-AM, 2012.

A diferenciação da dinâmica de decomposição entre os materiais ocorreu aos 7 dias após o manejo das plantas de cobertura (Figura 4). Nos primeiros 14 dias os tratamentos braquiária e o controle foram os que apresentaram menores perdas de matéria seca de 31 e 35%, respectivamente.

O milho e a combinação feijão+milho apresentaram padrão de decomposição intermediário em relação as outras espécies de plantas de cobertura. A porcentagem da palhada remanescente no solo foi de 44 e 37%, respectivamente aos 14 dias.

O tratamento nabo forrageiro foi o que apresentou maior velocidade de decomposição, onde 66% da matéria seca inicial foi decomposta em 14 dias e menos que 4% do material original restou ao final de 140 dias.

Aos 56 dias, as porcentagens de perdas de cobertura morta para a braquiária, milho, nabo forrageiro, controle, feijão+milho e feijão de porco foram de 59%, 61%, 65%, 68%, 67% e 71% respectivamente. Taxas de decomposição menores que no presente estudo para guandu-anão, labe-labe, milho e a infestação natural foram registradas aos 60 dias após a colocação dos bags no pomar de citros no estado de São Paulo por Matheis (2008).

Aos 140 dias o milho, o feijão de porco, a mistura de feijão+milho e a braquiária apresentaram entre 88 a 91% de decomposição da matéria seca inicial, por sua parte o nabo e o controle apresentaram 97 e 99%, respectivamente.

O feijão de porco apresentou maior velocidade de degradação quando comparado com o milho e a braquiária. Esta última cobertura mostrou-se altamente persistente durante o tempo que o ensaio foi conduzido. Esses resultados podem estar relacionados se com a relação C/N de cada cobertura vegetal, pois esse fator governa boa parte dos processos de decomposição, mineralização e disponibilidade de nitrogênio (N) para as culturas em sucessão (HEINZMANN, 1983).

Diversos autores (DERPSH; SIDIRAS; HEINZMANN, 1985; HEINZMANN, 1983; TEIXEIRA, 1988) mencionam que resíduos vegetais com relação C/N elevada (>25) formam uma cobertura morta estável, situação que ocorre em espécie de Poaceae. Em resíduos com relação C/N baixa (<25), como as de Fabaceae a mineralização é mais rápida, principalmente quando utilizadas como culturas solteiras.

O tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) é aquele necessário para decompor 50% da palhada das plantas de cobertura. As constantes de decomposição (k) e o  $T_{1/2}$  para cada cobertura vegetal estão apresentados na tabela 8.

**Tabela 8.** Constante de decomposição (k), tempo de meia-vida ( $T_{1/2}$ ), em dias, da matéria seca das plantas de coberturas no pomar de laranja. Rio Preto da Eva/AM, 2012.

Plantas de cobertura	Decomposição da fitomassa remanescente		
	k	$T_{1/2}$	$R^2$
	g g <sup>-1</sup>	Dias	
<i>B. decumbens</i>	0,01872	37	0,962
Nabo forrageiro	0,02482	28	0,853
Feijão de porco	0,01572	44	0,961
Milho	0,01597	44	0,895
Feijão de porco + milho	0,01667	42	0,97
Manejo produtor (controle)	0,06460	11	0,955

Aos 44 dias após a colocação das sacolas de decomposição no campo, 50% do material de feijão de porco e o milho sofreram decomposição. Estudo de Resende, (2000) com leguminosas mostrou  $T_{1/2}$  em torno de 50 dias. Já a braquiária apresentou meia vida de 37 dias. O tratamento controle que foi considerado a

vegetação espontânea da área do experimento apresentou tempo de meia vida muito inferior em relação as plantas de cobertura, 11 dias.

A mistura de feijão de porco+milheto apresentou tempo de meia vida intermediário com 42 dias. Para a função de manutenção da cobertura do solo, os resíduos orgânicos derivados de gramíneas, por apresentarem menor velocidade de decomposição, podem ser considerados mais eficientes para a proteção do solo. Por outro lado, material proveniente de leguminosas pode reciclar nutrientes mais rapidamente. A combinação gramínea/leguminosa pode ser considerada uma opção interessante para o sistema de produção, pois demonstrou um padrão de decomposição intermediário aos cultivos solteiros, podendo ao mesmo tempo promover as funções de proteção do solo e reciclagem de nutrientes a médio prazo.

O tratamento nabo forrageiro apresentou tempo de meia vida de 28 dias. A palhada de nabo apresenta baixa persistência em relação às gramíneas. A velocidade de degradação está diretamente relacionada às condições de umidade e de temperatura que atuam sobre a atividade dos organismos decompositores, ou seja, quanto maiores a temperatura e a umidade, maior a fração da fitomassa degradada (KHATOUNIAN, 1999). Além disso, outros fatores como o estágio de desenvolvimento da espécie em que foi realizado o manejo e a composição química do material vegetal cultivado justificam a velocidade de decomposição constatada (CRUSCIOL et al., 2005).

Segundo Cardoso (1992), a maior parte dos resíduos vegetais é constituída de polímeros mais ou menos complexos, que sofrem inicialmente hidrólise enzimática com atuação fundamental de exoenzimas microbianas. De acordo com a facilidade de decomposição, algumas substâncias orgânicas têm uma vida muito efêmera no solo, enquanto outras permanecem quase inalteradas por longos períodos de tempo, como os compostos fenólicos de alto peso molecular, que contêm nitrogênio e carboidratos em sua estrutura. Assim, materiais suculentos de plantas jovens, como as plantas de cobertura, podem sofrer decomposição em poucas semanas.

## 6. CONCLUSÃO

As plantas de cobertura proporcionaram produção de matéria seca acima de 5 t ha<sup>-1</sup>, exceto nabo forrageiro.

A braquiária e o feijão de porco apresentaram maiores índices de crescimento das características avaliadas.

Todas as plantas de cobertura contribuíram para suprimir o crescimento das plantas infestantes em relação ao manejo do produtor. Das coberturas testadas, o nabo forrageiro foi a que proporcionou menor controle de plantas infestantes.

As maiores taxas de decomposição ocorreram nos primeiros 28 dias, principalmente o nabo forrageiro que apresentou grandes perdas na fase inicial e após estes períodos, houve estabilização da taxa de decomposição da fitomassa remanescente.

O milheto, feijão de porco e a mistura destas apresentaram maiores tempos de meia vida mostrando ser boas alternativas para cobertura do solo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTRA, F. A. de; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p.

ASSOCITRUS, 2012. Disponível em: [www.associtrus.com.br](http://www.associtrus.com.br). Acesso em: 10 de agosto de 2012.

AULER, P. A. M.; FIDALSKI, J.; PAVAN, M. A.; NEVES, C. S. V. J. Produção de laranja 'Pera' em sistemas de preparo do solo e manejo nas entrelinhas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 1, p.363-374, 2008.

AULER, P. A. M. et al. Preparo do solo em faixa sobre área de pastagem e manejo das entrelinhas na formação da laranja pêra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., Londrina, 2001. **Resumos**. Londrina: SBCS, 2001, p. 292.

AULER, P. A. M. et al. Efeito do manejo das entrelinhas na produção da laranja pêra *Citrus sinensis* L. Osbeck em formação no noroeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., Poços de Caldas, 1998. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1998, p. 261.

BRAGA, N. R. Adubação verde para os citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 1, n. 7, p. 299-308, 1986.

BRANDÃO, M.; BRANDÃO, H.; LACA-BUENDIA, J. P. A mata ciliar do Rio Sapucaí-MG: fitossociologia. **Daphne**, 1998. v.8, n.4, p.36-48.

BREMER NETO, H.; VICTORIA FILHO, R. Efeito da palha de cana-de-açúcar na emergência de plantas daninhas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 9., 2001. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ, 2001. 1 CD-ROM

CABRERA, D. R. A.; YAMADA, T. Manejo da fertilidade do solo e da adubação na convivência com pragas e doenças dos citros (Compact disc) In: RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS. **Anais**. Piracicaba, S.P: POTAFOS, 2002.

CADISH, G.; SCHUNKE, R. M.; GILLER, K. E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 28, n. 1, p. 43-52, 1994.

CAMARGO, O. A. de, ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. São Paulo. 1997. 132 p.

CARVALHO, J. E. B. de; CALDAS, R. C.; CARDOSO, S. S.; COSTA NETO, A. O. Influência das épocas de controle das plantas daninhas na produção de laranja "Pêra". **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1/2, p. 49-54, 1993.

CARVALHO, J. E. B. de; PITELLI, R. A.; MONTEZUMA, M. C.; CALDAS, R. C. **Efeito de períodos de controle de plantas daninhas na produtividade dos citros em São Paulo**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico, 86).

CARVALHO, J. E. B. de; SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D.; CALDAS, R. C.; RAMOS, W. F.; COSTA NETO, A. O.; ARAÚJO, A. M. A.; LOPES, L. C.; SILVEIRA, J. R. S. Manejo do solo no controle integrado de plantas daninhas em citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 1, p. 21-27, 1998.

CARVALHO, J. E. B.; PAES, J. M. V.; MENEGUCCI, J. L. P. Manejo de plantas daninhas em citros. **Informe Agropecuário**. v.22, n.209, p.1661-1670, 2001.

CARVALHO, J. E. B. et al. Leguminosa no controle integrado de plantas daninhas para aumentar a produtividade da laranja pêra. **Rev. bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 82-85, 2002.

CASTRO, O. M. de; LOMBARDI NETO, F. Manejo e conservação do solo em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 1, p. 275-305, 1992.

CINTRA, F. L. D. et al. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 23-28, 2000.

CINTRA, F. L. D.; COELHO, Y. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da; PASSOS, O. S. Caracterização física do solo submetido a práticas de manejo em pomar de laranja "baianinha". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 173-179, 1983.

COELHO, Y. da S. e NASCIMENTO, H. G. do. **Citricultura no Amazonas: Problemas, Potencial Produtivo e Qualidade dos Frutos**. EMBRAPA. Embrapa Mandioca e Fruticultura – Cruz das Almas-BA. Citros em Foco, Número 26, 2004. 2p.

COSTA, M. B. B; CALEGARI, A.; MONDARD, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p

DEMATTÊ, J. L. I.; VITTI, G. C. Alguns aspectos relacionados ao manejo de solos para os citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS - ISIOLOGIA, 2., 1992, Bebedouro, SP. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. p.67 -99.

DORNELLES, C. M. M. Manejo de solos em pomares de laranjeiras no Rio Grande do Sul. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 91-98, 1971.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: SNLCS, 1979. Não paginado.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 2 ed. 1997. 212p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20 p. (Embrapa. CNPAB. Documentos, 42).

FITTER, A. H.; HAY, R. K. M. **Environmental physiology of plants**. Academic Press, New York, 1981. p.7-13, 50-55

FUTCH, S. H. Controle de ervas daninhas nas condições subtropicais da citricultura na Flórida. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – TRATOS CULTURAIS, 5., 1998, Bebedouro. **Anais ...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 321-346.

GALLO, J. R.; RODRIGUEZ, O. Efeitos de algumas práticas de cultivo do solo, na nutrição mineral dos citros. **Bragantia**, Campinas, v.19, n. 23, p. 345-360, abr. 1960.

GELMINI, G. A.; NOVO, M. C. S. S.; DE NEGRI, J. D. (Ed.). **Manejo de plantas daninhas em citrus**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. 67 p.

GELMINI, G. A.; TRANI, P. E.; SALES, J. L.; VICTORIA FILHO, R. **Manejo integrado de plantas daninhas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1994. 25 p.

GRAVENA, R.; GRAVENA, R.; SILVA, J. L.; MASSAMBANI, D. A. Influência do manejo do solo no manejo ecológico de pragas dos citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – TRATOS CULTURAIS, 5., 1998, Bebedouro. **Anais ...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 501-517.

KOLLER, O. C. et al. Efeito de dois sistemas de manejo do solo sobre a produção de duas variedades de laranja doce *Citrus sinensis*, Osb. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4., Salvador, 1977. **Anais...** Cruz das Almas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1978. p.183-190.

LORENZI, H. Inibição alelopática de plantas daninhas. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adução verde no Brasil**. Campinas, 1984. p. 183–198.

MARUR, C. J. Manejo do solo e caracterização das relações hídricas em plantas de citros na região do arenito Caiuá, noroeste do Estado do Paraná. Curitiba: Fundação Araucária, 2002. (Relatório Técnico Final).

MARUR, C. J. et al. Caracterização das relações hídricas em plantas de laranja Pêra sob diferentes manejos de solo, na região do arenito Caiuá, noroeste do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 7., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus, 2001. 1 CD-ROM.

MATUO, T. Tecnologia de aplicação de herbicidas em pomares cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – TRATOS CULTURAIS, 5., 1998, Bebedouro. **Anais ...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 349-355.

MELARATO, M. S. A cobertura vegetal do solo na citricultura. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – TRATOS CULTURAIS, 5., 1998, Bebedouro. **Anais ...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 203 – 221.

MENEGUCCI, J. L. P.; AMARAL, A. M. do; SOUZA, M. de. Alterações das propriedades químicas do solo na camada subsuperficial após adução verde com crotalária. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 7-12, dez. 1995.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p. 64-123.

MUELLER-DUMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974.

NEVES, C. S. V. J. **Influência de sistemas de manejo em características de tangerina "Poncã" sobre limão "Cravo" e de um latossolo roxo**. 1998. 158 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

NEVES, C. S. V. J.; DECHEN, A. R. Sistemas de manejo de solo em pomar de tangerina Ponkan sobre Limão 'cravo' em latossolo roxo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n. 1, p. 157-166, 2001.

NEVES, C. S. V. J.; GONZÁLES, M. G. N. Efeito do manejo do solo sobre o crescimento das plantas de tangerineira "Ponkan" no período de formação do pomar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p.40-46, abr. 1992.

NIENOW, A. A. Manejo do Solo na Cultura da Laranjeira. In: KOLLER, O. C. (org.). **Citricultura: 1. Laranja: Tecnologia de Produção, Pós-colheita, Industrialização e Comercialização**. Editora Cinco Continentes. Porto Alegre – RS, 2006. p155-180.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P.; COELHO, Y. S.; PASSOS, O. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da. Relação entre manejo do solo e ocorrência de gomose de *Phytophthora* SPP em pomar de laranja baianinha (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 6, p. 841-844, 1981.

PACHECO, E. B. et al. Efeito do manejo de um latossolo vermelho amarelo, fase cerrado, sobre o crescimento e produção da laranjeira *Citrus sinensis* Osbeck cv baianinha. **Experimentiae**, Viçosa, v. 19, n. 10, p. 211-238, 1975

PASSOS, O. S. et al. Manejo do solo em pomar de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2., Viçosa, 1973. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973, v. 1, p. 249-256.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura Orgânica: Formação e Condução**. Aprenda Fácil Editora. Viçosa – MG, 2004. p. 249-254.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Journal Consherb**, v.1, n.3, p.1-7, 2000.

PITELLI, R.; PITELLI, R. L.. M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. cap. 2, p. 29-56.

RODRIGUEZ, O. Manejo do solo em pomar cítrico. **O Agrônomo**. Campinas, SP, v. 9, n. 11-12, p, 17-24, 1957.

RODRIGUEZ, O. et al. Estudo de nove práticas de cultivo do solo em pomar cítrico no planalto Paulista. Cruz das Almas: Ipeas, 1964. p. 257-258 (Boletim Técnico, 2).

SAN MARTIN, H. A .M. **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 MARTÍN, H. A. M. **Efeitos de Diferentes Coberturas Mortas Obtidas a partir do Manejo Mecânico com Roçadeira Lateral na Dinâmica Populacional de Plantas daninhas em Citros**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior em Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2008. 97p

SANCHES, A. C. Conservação do solo em pomares cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – TRATOS CULTURAIS, V, Bebedouro, SP. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 167 -187.

SCHUNKE, R. M.; ZIMMER, A. D.; FERNANDES, C. D.; MACEDO, M. C. M.; SILVA, J. M. da; VALLE, L. S.; VALÉRIO, J. M. **Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 8 p. (Comunicado Técnico, 61).

SEIFFERT, N. **Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria*.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1984. (Circular Técnica, 1).

SEVERINO, F. J. **Adubação verde: efeitos supressivos sobre a infestação de plantas daninhas e seletividade de herbicidas.** 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SILVA, J. A. A. **Consortiação de adubos verdes na cultura dos citros em formação.** 1995. 116 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde em citros.** UNESP/ FUNEP/ EECB. 1999, 37p. (Boletim Citrícola.).

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto Modelo IAA – Planalsucar – Stolf. **Revista STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.1, p.3, 1983.

TERSI, F. E. A. **Efeitos de métodos de manejo de plantas daninhas no desenvolvimento, produtividade, qualidade de suco produzido e estado nutricional de um pomar de laranjeira Valência (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck).** 1996. 50 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1996.

TERSI, F. E. A. **Avaliação de métodos de manejo do solo e de plantas daninhas em um pomar de laranjeira valência**. 2001. 78 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2001.

VASCONCELLOS, H. O.; ARAÚJO, C. M.; BRITTO, D. P. P. S. Manejo do solo em pomar de laranja pêra (*Citrus sinensis*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agrônômica, Rio de Janeiro, v. 11, n. 12, p. 43-48, 1976.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: 2002. 448p.

VICTORIA FILHO, R. **Efeito do uso contínuo de herbicidas no desenvolvimento, produção e qualidade de dois cultivares de citros**. 1983. 232 p. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

VICTORIA FILHO, R. Manejo de plantas daninhas em citros no Brasil In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – TRATOS CULTURAIS, 5., 1998, Bebedouro. **Anais ...** Bebedouro; Fundação Cargill, 1998. p. 357-376.

VIERA-VARGAS, M. S.; SOUTO, C. M.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Quantification of the contribution of nitrogen fixation to tropical forage legumes and transfer to associated grass. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 27, n. 9, p. 1193-1200, 1995.

VITTI, G. C. Nutrição e crescimento de plantas cítricas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-FISIOLOGIA, 1992, Bebedouro, SP. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. p.132 -162.