

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ADUBOS VERDES EM POMAR DE  
LARANJEIRA ‘PÊRA’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.)**

**CARLOS RENATO ALVES RAGOZO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU - SP

Dezembro - 2005

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ADUBOS VERDES EM POMAR DE  
LARANJEIRA ‘PÊRA’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.)**

**CARLOS RENATO ALVES RAGOZO**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sarita Leonel

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU - SP

Dezembro - 2005

*A Juliana, minha esposa,  
As minhas filhas Mariana e Milena,*

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

À DEUS, pela permissão em concluir mais esta etapa da vida profissional, o que traz muita alegria e realização.

À Juliana, minha esposa, que soube compreender inúmeras vezes que meus finais de semana teriam que ser dedicados a gastar tempo com os compromissos de um trabalho científico.

Ao grande amigo, Marino Ragozo, meu pai, pelo grande amor que exala pela agricultura e está sempre pronto a incentivar trabalhos que beneficiem outros agricultores.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sarita Leonel, onde encontrei apoio e orientação em momentos de tomada de decisão durante a pesquisa desenvolvida.

A José Aparecido Donizeti Carlos, o Donizeti da Piraí Sementes, pela contribuição nas idéias, nas referências bibliográficas e na doação de sementes.

Ao técnico Mário Oliveira Munhoz pela sua criatividade e competência.

A Valdir de Moraes, o Alemão, pelo auxílio na condução do experimento.

Aos amigos Sílvio Aparecido Alves Barretto e Vanessa Rodrigues Calejon Barretto, casal valioso, que muito colaborou em todas as etapas desta pesquisa.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu pelo apoio em todas as atividades desenvolvidas durante o período de experimentação.

Ao Centro de Citricultura pela elaboração das análises de qualidade dos frutos.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Adalberto José Crocci pela orientação e execução das análises estatísticas do trabalho.

À bibliotecária Célia Regina Inoue pela orientação e correção das referências bibliográficas.

A todos aqueles que anonimamente ajudaram para que este trabalho fosse concluído, meus sinceros agradecimentos e que o Senhor Jesus recompense de maneira graciosa todo o empenho disponibilizado.

## SUMÁRIO

	Página
1 - RESUMO.....	1
2 - SUMMARY.....	3
3 - INTRODUÇÃO.....	5
4 - REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4.1 – Aspectos gerais.....	8
4.2 – Adubação verde.....	10
4.3 – Principais funções dos adubos verdes.....	18
4.4 – Efeitos sobre as condições químicas, físicas e biológicas do solo.....	20
4.4.1 – Química do solo.....	20
4.4.2 – Física do solo.....	21
4.4.3 – Efeitos biológicos.....	23
4.4.4 – Efeitos alelopáticos.....	24
4.5 – Diagnose foliar .....	24
5 - MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5.1 - Local.....	27
5.2 - Solo.....	28
5.3 – Cultivar copa e porta-enxerto.....	29
5.4 – Adubos verdes utilizados.....	30
5.4.1 – Feijão-de-porco.....	30
5.4.2 – Labe-labe.....	30
5.4.3 – Feijão guandu anão.....	31
5.4.4 – Braquiária brizanta.....	32
5.5 – Manejo da cultura e dos adubos verdes.....	32
5.6 – Colheita.....	37
5.7 – Tratamentos e delineamento experimental.....	37
5.8 – Características analisadas.....	38
5.8.1 – Da planta.....	38
5.8.2 – Do solo.....	40

5.8.3 – Dos frutos.....	41
5.8.4 – Dos adubos verdes.....	42
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
6.1 - Análise química de solo nas linhas da cultura cítrica.....	43
6.2 - Análise química de solo nas entrelinhas da cultura cítrica.....	47
6.3 – Diagnose foliar.....	51
6.4 – Avaliação da circunferência do tronco, volume da copa e índice relativo de clorofila.....	57
6.5 – Características da qualidade dos frutos.....	62
6.5.1 – Acidez total, sólidos solúveis, ratio e rendimento de suco.....	62
6.6 – Número, peso de frutos e produtividade.....	65
6.7 – Matéria seca dos adubos verdes.....	68
6.8 – Alguns dados econômicos sobre os adubos verdes.....	70
7 – CONCLUSÕES.....	73
8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

## 1 RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da utilização de adubos verdes em pomar de laranjeira 'Pêra' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) e foi instalado na fazenda Três Irmãos, no município de Botucatu/SP. O solo da propriedade é denominado Neossolo Quartzarênico. As plantas estão enxertadas em limoeiro 'Cravo' e foram plantadas num espaçamento de sete por quatro metros, no ano de 1996, estando com sete e oito anos de idade respectivamente nos anos de 2003 e 2004, ocasião em que foi realizado o experimento. Foram empregados quatro tratamentos correspondentes aos adubos verdes avaliados, sendo eles: feijão de porco (FP) (*Canavalia ensiformis* DC), labe-labe (LL) (*Dolichus lablab* L.), feijão guandu anão (GA) (*Cajanus cajan* L. Millsp) e braquiária (BQ) (*Brachiaria brizantha* Hochst ex A. Rich. Stapf). Os adubos verdes foram semeados no mês de dezembro dos anos de 2003 e 2004, sendo ceifados e direcionados para a linha da cultura na ocasião do pleno florescimento, o que corresponde a cento e vinte dias após a semeadura dos mesmos. Adotou-se os mesmos tratamentos culturais indicados para a cultura, nos dois anos de experimentação. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos, seis repetições, duas plantas úteis para as avaliações, completamente rodeadas por plantas bordadura. As características avaliadas foram: análise química de solo nas linhas e entrelinhas da cultura, diagnose foliar, diagnóstico nutricional através do DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação), circunferência do tronco (cm), volume de copa (m<sup>3</sup>), índice relativo de clorofila (índice Spad), peso médio dos frutos (g) número de frutos por caixa, rendimento de suco (%), acidez total (g de ácido cítrico / 100g de polpa), sólidos solúveis totais (SS), ratio,

produtividade, porcentagem de matéria seca dos adubos verdes e na testemunha (BQ) e teor de macro e micronutrientes contidos nos adubos verdes e na testemunha.

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: o diagnóstico nutricional elaborado através do DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação) demonstrou que no segundo ano de experimentação, houve um melhor índice de balanço nutricional para os adubos verdes, quando comparados com a braquiária brizanta (*Brachiaria brizantha* Hochst ex A. Rich. Stapf) (testemunha). Esta constatação permite inferir sobre a disponibilidade de ao longo do tempo, os adubos verdes permitirem um melhor equilíbrio nutricional para a cultura, embora os teores de macro e micronutrientes no solo apresentassem ligeira redução do primeiro para o segundo ano de experimento; apesar de não ter ocorrido diferença estatística significativa, os adubos verdes apresentaram, no segundo ano de experimentação, produtividades superiores ao tratamento testemunha (*Brachiaria brizantha* Hochst ex A. Rich. Stapf); o feijão guandu anão (*Cajanus cajan* L. Millsp) apresentou o maior teor de matéria seca no primeiro ano de experimentação, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. No segundo ano, diferiu estatisticamente do feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC) e do labe-labe (*Dolichus lablab* L.), produzindo maior quantidade de biomassa. Frente ao exposto, recomenda-se o feijão guandu anão como adubo verde a ser utilizado nas entrelinhas da laranjeira ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* Osbeck) sobre limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck); além disso, esta leguminosa possui qualidades adicionais, como maior facilidade de semeadura, tolerância a solos de baixa fertilidade e melhor relação custo/benefício.

EFFICIENCY OF GREEN MANURE UTILIZATION IN ORANGE (*Citrus sinensis* Osbeck) ORCHARD OF CULTIVAR 'PERA'. Botucatu, 2005. 79p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CARLOS RENATO ALVES RAGOZO

Adviser: SARITA LEONEL

## 2 SUMMARY

The purpose of the experimental was to evaluate the efficiency of the use of the green manures on an orchard planted with orange (*Citrus sinensis* Osbeck) cv. 'Pera' and was carried out in a farm named 'Três Irmãos', situated in Botucatu/SP/Brazil. The soil is Oxic Quartzipsamments. Plants are grafted on 'Cravo' lemon tree and were planted spaced 7 x 4 m apart, in 1996, and were seven and eight years old in 2003 and 2004, respectively when the experiment was conducted. Four different treatments were applied corresponding to the three green manures: jack bean (FP) (*Canavalia ensiformis* DC), lab-lab (LL) (*Dolichus lablab* L.), dwarf guandu (GA) (*Cajanus cajan* L. Millsp) and brachiaria (BQ) (*Brachiaria brizantha* Hochst ex A. Rich. Stapf) as a control. They were sown on December, 2003 and 2004, being mowed and directed to the line plants by the occasion of the full flowering, wich happened one hundred and twenty days after sowing. The same treatments were utilized in both experimental years. The experimental design was a randomized blocks with four treatments, six replications, and two useful plants per plot. Characteristics evaluated were: chemical analysis of the soil over the planting lines and in the middle of the citrus orchard rows, chemical analysis of the leaves, nutritional diagnosis through the DRIS, trunk circumference (cm), volume of the canopy (m<sup>3</sup>), relative index of chlorophyll (SPAD index), average fruits weight (g), number of fruits per boxes, juice content (%), total acidity (g of citric acid / 100 g of pulp), total soluble solids, ratio, productivity, percentage of dry matter and the contents of macro and micronutrients in the green manures and control (BQ).

The results obtained allowed the following conclusions: the nutritional diagnosis elaborated through DRIS showed that in the second year of experimentation there was a better index of nutritional balance for the green manures, when compared to the brachiaria (BQ). Those results allowed us to conclude that green manure allows a better nutritional balance for the crop, although the contents of macro and micronutrients in the soil showed a light reduction from the first to the second year of experimentation; although there was no statistical significant differences among green manures, orange yield, in the second year of experimentation, was superior when compared to the control (BQ); dwarf guandu (GA) showed a higher dry matter content in the first year of experimentation, differing from the other treatments. In the second year, it differed from jack bean (FP), lab-lab (LL), producing a higher quantity of biomass. It is concluded that dwarf guandu can be utilized as green manure on orange grafted on lemon since it has additional qualities as sowing facility, tolerance to low soil fertility and better relation cost/benefit when compared to other studied green manures.

---

Keywords: Orange, Green manure

### 3 INTRODUÇÃO

A citricultura, no Brasil, ocupa lugar de destaque dentre as diversas culturas agrícolas, pelos valores obtidos pelas exportações, mas também pela importância social, uma vez que gera um número grande de empregos (VITÓRIA FILHO et al., 1991). Atualmente, a citricultura industrial brasileira espalha-se por 322 municípios paulistas e onze mineiros, gerando números impressionantes. A safra passada rendeu algo em torno de 360 milhões de caixas de 40,8 quilos de frutas, e o total das exportações de suco concentrado foi de 1,3 milhão de toneladas, o equivalente a 80% de todo o comércio mundial. De acordo com levantamento do PENSA – Programa de Agronegócios da Universidade de São Paulo, a partir da análise de dados de 2003, todo o sistema citrícola movimenta 3,23 bilhões de dólares, sem contar os setores de atacado e varejo (TOLEDO, 2005).

O maior desafio do citricultor é obter um produto que atenda o consumidor, seja este o mercado de frutas frescas ou então a indústria, a custos baixos podendo alcançar uma renda compatível com o investimento do empreendimento e com o custeio anual que a cultura demanda. É importante lembrar que outra grande dificuldade a ser vencida é o subsídio ao setor agropecuário praticado pelos países desenvolvidos, como os Estados Unidos da América e União Européia caracterizando um protecionismo desleal perante países como o Brasil.

Observa-se também que a citricultura paulista está localizada em regiões de solos de baixa fertilidade, o que confirma um estudo de Demattê e Vitti (1992), onde 65% das áreas estudadas apresentaram solos de textura média com teor de argila na

superfície de 15 a 35%; 30% com solos de textura arenosa (teor de argila até 15%) e, praticamente, 5% está em solos argilosos, o que obriga o produtor a lançar mão de insumos externos para viabilizar a atividade, elevando os custos de produção da fruta cítrica.

A maior parte dos solos tropicais apresenta características semelhantes, principalmente nas áreas onde a citricultura se expandiu nos últimos anos, dentre as quais pode ser destacado o alto grau de intemperização e, como conseqüências, a acidez elevada, a grande quantidade de alumínio, a baixa capacidade de retenção de cátions e os baixos teores de bases trocáveis (Ca, Mg e K), de acordo com Melarato (1998).

Considerando todos os fatores supracitados, como redução de custos de produção, recuperação química e física dos solos com menor utilização de insumos, competitividade do mercado globalizado garantindo a renda do citricultor, desponta uma prática no mínimo secular, que corrige boa parte dos problemas causados pelo manejo químico e mecanicista do solo: a adubação verde, cobertura verde de solo ou ainda plantas de cobertura.

A adubação verde consiste na prática de se incorporar ao solo massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou importadas, com a finalidade de preservar e / ou restaurar a produtividade das terras agricultáveis (VON OSTERROHT, 2002).

Segundo estudos científicos e evidências práticas, os adubos verdes desempenham ações em diferentes aspectos da fertilidade do solo, tais como: proteção do solo contra os impactos das chuvas e também da incidência direta dos raios solares; rompimento de camadas adensadas e compactadas ao longo do tempo; aumento do teor de matéria orgânica do solo; incremento da capacidade de infiltração e retenção de água no solo; diminuição da toxicidade do Al e Mn devido ao aumento de complexificação e elevação do pH; promoção do resgate e da reciclagem de nutrientes de fácil lixiviação; extração e mobilização de nutrientes das camadas mais profundas do solo e subsolo, tais como Ca, Mg, K, P e micronutrientes; extração do fósforo fixado; fixação do N atmosférico de maneira simbiótica pelas leguminosas; inibição da germinação e do crescimento de plantas invasoras, seja por efeitos alelopáticos ou pela simples competição por luz (VON OSTERROHT, 2002).

O presente trabalho teve como objetivos avaliar possíveis alterações na evolução dos aspectos químicos do solo, bem como incrementos no crescimento e produção das plantas, quando introduzida à prática da adubação verde em um pomar de laranja 'Pêra'

(*Citrus sinensis* Osbeck) e também avaliar o equilíbrio nutricional através do DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação).

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Aspectos gerais**

O processo de modernização da agricultura brasileira tomou grande impulso a partir da década de 60. Ao lado dos inegáveis aumentos na produção e produtividade gerados por esse processo, surgiram graves problemas sociais e ambientais.

Esse desenvolvimento, caracterizado pela elevada utilização de insumos químicos e tração motomecanizada, causou um intenso processo de erosão e contaminação química das terras, dos produtos e das pessoas, diminuindo a cobertura florestal e degradando os recursos hídricos. São inúmeros os estudos que relacionam esse modelo de desenvolvimento ao êxodo rural, empobrecimento da população rural e concentração fundiária.

A crescente dificuldade de organização macroeconômica da agricultura, devido ao processo de barateamento dos produtos agrícolas resultante da abertura comercial e estabilização de preços, força a busca de redução dos custos e da melhoria da produtividade geral da agricultura, como única saída para aqueles que querem permanecer no meio rural. Além disso, atualmente, esse modelo não consegue mais incrementar os rendimentos físicos das principais culturas, assim justificando uma “reordenação tecnológica”, visando aumentar a potencialidade produtiva do solo aliada a técnicas de proteção dos recursos naturais (FONTES et al., 1997).

No Estado de São Paulo, a agricultura apresentou profundas transformações no seu desenvolvimento após 1970, fruto do intenso processo de urbanização, associado à abertura da economia nacional para o mercado exterior, à implantação de um complexo agroindustrial de transformação e insumos e a uma indústria de máquinas e equipamentos agrícolas, que viabilizaram ampla diversificação agropecuária, com o objetivo de atender à crescente demanda interna e externa. Essas demandas foram fortemente induzidas por políticas agrícolas que subsidiaram substancialmente a utilização de insumos químicos e maquinaria agrícola, através de ampla oferta de crédito subsidiado na década de 70.

A agricultura paulista sofreu intenso processo de modernização de suas atividades, com acentuadas mudanças na composição das culturas e aumento no grau de especialização regional. O crescimento da produção passou a ser dependente, prioritariamente da adoção de novas tecnologias - aqui compreendidas como novas formas de administração e gerenciamento da produção agrícola, readequação do sistema produtivo e adoção de novos processos ou técnicas de manejo e conseqüentemente, da sustentação das taxas de crescimento do rendimento das atividades agrícolas (FONTES et al., 1997).

A citricultura brasileira constitui-se no maior expoente mundial, em extensão, produção, exportação de suco concentrado e de subprodutos cítricos. Para atingir esse patamar, grandes áreas são ocupadas com citros e, em busca de altas produtividades, pacotes tecnológicos são lançados ao campo visando altos rendimentos, que muitas vezes trazem degradação às plantas, ao solo e também ao meio ambiente. O uso contínuo dessas áreas, com aplicação de produtos químicos e desrespeito às leis de conservação do solo, tende a reduzir as áreas agricultáveis e a posição brasileira de maior produtor mundial. A tendência de consumo mundial é a busca por alimentos saudáveis provenientes da agricultura orgânica ou produzidos com mínima degradação do meio ambiente (SILVA et al., 1999).

Dentro do contexto de buscar redução dos custos de produção, a utilização da adubação verde cresce no Brasil, apoiada por trabalhos científicos em citros, que mostram os efeitos benéficos desta prática milenar na agricultura (SILVA et al., 1999) proporcionando menor agressão ao meio ambiente (AMBROSANO et al., 2000).

## 4.2 Adubação verde

A adubação verde é definida como o cultivo de plantas, na mesma área ou em áreas vizinhas, para produzir grande quantidade de massa a ser, após completado seu ciclo vegetativo, incorporada ou deixada sobre o solo para agir como proteção (AMBROSANO et al., 2000). Von Osterroht (2002) define-a como a prática de se incorporar ao solo massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou importadas, com a finalidade de preservar e / ou restaurar a produtividade das terras agricultáveis ou ainda, são plantas utilizadas com a finalidade de serem incorporadas ao solo fornecendo material orgânico, nitrogênio e outros nutrientes, com o intuito de melhorar as características físicas, químicas e biológicas dos solos cultivados (SILVA et al., 1999).

Segundo Igue (1984), com a prática da adubação verde é possível recuperar a fertilidade do solo proporcionando aumento do teor de matéria orgânica, da capacidade de troca de cátions e da disponibilidade de macro e micronutrientes; formação e estabilização de agregados; melhoria da infiltração de água e aeração; diminuição diuturna da amplitude de variação térmica; controle dos nematóides e, no caso das leguminosas, incorporação ao solo do nitrogênio (N), efetuada através da fixação biológica.

A utilização da adubação verde protege o solo contra a erosão, evita a infestação de ervas daninhas, descompacta o solo (dependendo da espécie usada) e, no caso das leguminosas, tem a vantagem de utilizar o nitrogênio da atmosfera (NEVES et al., 1998).

Segundo Sanches (1998), além dos benefícios das raízes pivotantes e protetoras do solo das leguminosas, quando roçadas podem promover uma cobertura morta. Em função de sua baixa relação C / N, mesmo roçando a planta bem madura, o processo de mineralização ocorre rapidamente e a duração da cobertura é menor. Com as gramíneas, quando roçadas maduras, essas promovem uma biomassa de maior longevidade sobre o solo, tornando-se uma excelente cobertura morta, que vai diminuir a compactação do mesmo, funcionando como um amortecedor aos pneus das máquinas. O intenso sistema radicular em cabeleira também ajuda a atenuar a compactação. Há uma série de gramíneas que podem ser utilizadas no período chuvoso, ou mesmo no final deste, como o milheto, mas de plantio anual, tendo esta obrigatoriedade como inconveniente.

Na adubação verde, a razão da preferência pelas leguminosas é principalmente, pelo fato destas, em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, fixarem N do ar em quantidade suficiente para satisfazer suas necessidades e gerar excedentes para a cultura que a sucede. A composição química e relação carbono / nitrogênio (C:N) são outras importantes características. Assim as leguminosas, em comparação com as gramíneas, são mais ricas em nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio. A adubação verde, porém, não supre o solo em relação às suas deficiências minerais totais. Em solos deficientes em P, K, Ca, Mg, há necessidade de aplicar os referidos elementos, de preferência nas culturas econômicas usadas em sucessão ou rotação. Por outro lado, é preciso ter cuidado com o desequilíbrio na fertilidade, principalmente em função da disponibilidade de N, em determinada fase da decomposição da matéria orgânica (AMBROSANO et al., 2000).

Weber e Passos (1991), afirmam que as leguminosas são particularmente importantes pela capacidade de estabelecer associação com bactérias fixadoras de nitrogênio do ar. As bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* formam nódulos nas raízes, fornecendo produtos nitrogenados à leguminosa e recebendo em troca, fotossintatos. Essa simbiose, resulta em economia da adubação nitrogenada.

Ambrosano et al. (2000), relata que o enterrio de restos vegetais pobres em N nem sempre proporciona os resultados esperados, isto porque a flora microbiana não tem à sua disposição quantidade suficiente de N para o desenvolvimento. A porção de N não utilizada pelas bactérias é que, transformada em nitratos, fica disponível para as plantas cultivadas ou para sofrer perdas por lixiviação. A leguminosa em decomposição apresenta proporção mais favorável à biologia do solo e conseqüente efeito positivo nas lavouras. O sistema radicular das leguminosas pode alcançar elevada profundidade com capacidade de absorver água e extrair elementos minerais destas camadas do solo, proporcionado assim, uma reciclagem e redistribuição dos nutrientes. Contudo, o efeito das raízes na adubação verde é pouco estudado devido às dificuldades na obtenção de dados. Weber e Passos (1991), também descrevem que estas plantas possuem um sistema radicular robusto e profundo e conseguem até mesmo captar nutrientes nas camadas subsuperficiais, que normalmente não são atingidas pelas raízes das demais culturas.

Outros fatores a serem considerados são a proteção oferecida pela cobertura vegetal, as menores amplitudes diurnas da variação térmica do solo, a proteção ao

impacto das gotas da chuva e ao escoamento superficial, proporcionando uma temperatura no solo mais estabilizada e protegendo o mesmo contra importantes perdas de nutrientes, de água e de solo. Sendo assim, um sistema de rotação de culturas empregando leguminosas traz, além dos benefícios citados, incremento na produtividade e economia de adubo nitrogenado na cultura que a sucede, no esquema de sucessão ou de rotação (AMBROSANO et al., 2000).

As leguminosas são ricas em nutrientes, apresentando teores na matéria seca que variam de 1,6 a 3,9% de N, 0,2 a 0,6% de P, 0,5 a 2,5% de K, 0,2 a 2,6% de Ca, e 0,2 a 1,4% de Mg (NEME 1966, AZEREDO e MANHÃES 1983, ABBOUD 1986, MUZILLI 1986, HARRICHARAN e MORRIS 1988 citados por WEBER e PASSOS 1991).

Por outro lado, a braquiária (*Brachiaria sp.*), entre outras gramíneas naturais dos pomares de citros, contém 0,8 a 1,2% de N, 0,1 a 0,2% de P, 0,7 a 1,36% de K, 0,4 a 0,5% de Ca e 0,2% de Mg (NEME 1966, WEBER et al., 1990 citados por WEBER e PASSOS 1991).

Segundo Ambrosano et al. (2000), as leguminosas normalmente usadas em adubação verde, fixam em média 188 Kg de N / ha / ano, sendo estes adicionados ao solo, podendo assim racionalizar o uso de N. Com esta prática, pode-se recuperar a fertilidade do solo, perdida devido ao manejo inadequado e à adoção de monocultivo, obter N para a cultura seguinte e evitar, assim, adubos altamente solúveis que podem poluir o ambiente.

Peoples e Herridge (1990) citados por Weber e Passos (1991), concluíram que até dois terços do nitrogênio acumulado nessas plantas eram provenientes da simbiose.

O fato de certas leguminosas serem más hospedeiras de nematóides, formadores de galhas e serem de fácil produção de sementes contribui para a difusão de seu uso em sistemas de produção. A ação das leguminosas sobre os nematóides pode ser caracterizada sob dois aspectos: primeiro, pela ação direta na inadequada hospedagem de algumas espécies e, segundo, pelo maior equilíbrio microbiológico que as leguminosas utilizadas conferem ao solo por ocasião da distribuição da fitomassa (AMBROSANO et al., 2000).

No Brasil, a prática da adubação verde vem sendo utilizada há mais de 30 anos com excelentes resultados sob as mais diversas condições de produção (Myasaka 1984 citado por AMBROSANO et al., 2000).

Em fruticultura de clima temperado, principalmente de figueiras e videiras, já se estuda, em caráter exploratório, a substituição do “mulch” de palha de capim ou bagaço de cana-de-açúcar aplicados no outono-inverno, pelo cultivo nesse período, nas entrelinhas com leguminosas ou gramíneas. Dentre as leguminosas destacam-se pela adaptabilidade ao sistema, o chícharo (*Lathirus sativus*) e o tremoço amargo (*Lupinus albus*) e dentre as gramíneas a aveia-preta (*Avena strigosa*) e centeio (*Secale cereale*) (AMBROSANO et al., 2000).

Castro e Lombardi Neto (1992), afirmam que não tem sido observada diminuição na produção de frutas com o uso de adubos verdes nos pomares e Rodriguez (1969), relata que atingiu as maiores produções com o tratamento de adubo verde, vindo a seguir o tratamento de ceifa mais gradagem em oito anos de experimentação.

Passos et al. (1973) constataram em uma das safras a maior produção utilizando grade no verão mais ceifa no inverno; no ano seguinte com grade permanente, enquanto, no terceiro ano de investigação, a maior produção foi com adubação verde (*Calopogonio mucunoides*).

Silva et al. (1999), em experimentos conduzidos durante 4 anos agrícolas (1989 a 1993), compararam a adubação química recomendada para citros (NPK) e dose dupla de nitrogênio (2N, P, K) sem adubo verde intercalar, com as espécies leguminosas *Crotalaria juncea* (Crotalária), *Crotalaria spectabilis* (Crotalária), *Cajanus cajan* (Guandu), *Stizolobium aterrimum* (Mucuna preta), *Mucuna deeringiana* (Mucuna anã), *Dolichos lablab* (Labe-labe) e *Canavalia ensiformis* (Feijão-de-porco), plantadas intercalar em dezembro de cada ano mais adubação P e K em plantas de laranja ‘Pêra’ enxertada sobre tangerineira ‘Cleópatra’, plantadas em 1987 e espaçadas de 7 x 5 m. Os resultados permitiram concluir que, quanto a produção de material pelas espécies e os nutrientes incorporados, destacaram-se a *Crotalaria juncea*, o guandu e o feijão-de-porco. As avaliações realizadas demonstraram que o uso de espécies leguminosas com redução na adubação nitrogenada química dos citros não afetou o diâmetro do tronco, volume de copa e os teores foliares dos citros, que se mantiveram em níveis considerados adequados, mostrando a possibilidade da redução de uma parcela do adubo químico nitrogenado. O experimento mostrou ainda uma maior acidificação do solo nas faixas adubadas dos tratamentos com N químico, resultando em gastos com corretivos para reduzir este efeito. As leguminosas foram bem efetivas no controle do mato nas parcelas,

levando a uma economia nas práticas de controle químico e mecânico, além da menor necessidade de trânsito no pomar. As espécies vegetais avaliadas produziram significativa quantidade de material vegetal da parte aérea, destacando a crotalaria juncea, o guandu e o feijão-de-porco. Os valores de massa vegetal e nutrientes incorporados seriam consideravelmente aumentados se fosse somado a eles o sistema radicular das espécies.

Verificou-se também que as leguminosas são bastante eficientes na fixação de N e na reciclagem de nutrientes, incorporando-os na superfície do solo, próximo ao sistema radicular efetivo dos citros.

Não foram observadas alterações significativas nos teores de matéria orgânica no solo, concordando com os resultados obtidos por Proebsting (1952) citado por Malavolta e Violante Netto (1989), o qual também não observou alterações na matéria orgânica do solo após 25 anos de cultivo. A produção de frutos não foi alterada significativamente pela redução da adubação nitrogenada, mas os tratamentos com crotalaria juncea e guandu apresentaram maior produção. Esse experimento mostrou a possibilidade de substituição de uma parcela da adubação mineral recomendada quando se utiliza a prática de adubação verde intercalar, e que também é importante lembrar que a adubação mineral, a orgânica e a adubação verde se complementam, ou seja, uma não substitui a outra.

Neves e Dechen (2001) avaliaram o efeito do manejo do solo sobre suas propriedades químicas e sobre a nutrição e produção de tangerineira 'Ponkan' enxertada sobre limoeiro 'Cravo' em Londrina (PR). Os tratamentos, desde a instalação do pomar, foram os seguintes: a) leguminosa-perene indigófera (*Indigofera campestris* Benth.); b) leguminosa-perene amendoim-rasteiro (*Arachis prostrata* Bong. ex Benth.); c) mucuna-cinza (*Stizolobium pruriens*) na época das chuvas; d) uso alternado de uma grade de disco (em maio-junho, no início do período seco) e de roçadeira (três a quatro vezes no período de chuvas); e) capina. Nas linhas de plantio foram efetuadas capinas manuais. A adubação mineral foi aplicada igualmente em todos os tratamentos com base nos teores dos elementos no solo e nas produções médias anuais. Os resultados de produção de frutas atingiram média de 127 Kg por planta ano, não ocorrendo diferença estatística de produção entre os tratamentos. O peso médio, o rendimento em suco e a qualidade dos frutos também não apresentaram diferença estatística de produção entre os tratamentos. A análise química de solo, realizada dez anos depois da instalação do experimento, para as entrelinhas do pomar indicou que os teores de

nutrientes para as duas profundidades analisadas também não foram alterados pelo manejo do solo. O teor de matéria orgânica do solo na profundidade de 0-20 cm aumentou com amendoim-rasteiro e com roçadeira e grade, refletindo a boa contribuição em massa verde destes tratamentos.

Conforme o reportado por Igue (1984), aproximadamente 2/3 do N total das leguminosas são de origem atmosférica (N<sub>2</sub>) e o restante absorvido, numa porcentagem total de N que varia entre 1,5 e 3,0% no resíduo orgânico. Os demais macro e micronutrientes são oriundos da reciclagem de nutrientes efetuada por estas espécies, incorporando-os nas camadas superficiais onde estarão novamente disponíveis às plantas de citros.

De acordo com Melarato (1998) e Silva et al. (1999), as espécies de adubos verdes para citros devem ser escolhidas utilizando alguns critérios: espécies que produzam grande quantidade de matéria seca, resistentes ao ataque de pragas e moléstias, que possuam sementes uniformes e de bom poder germinativo, com exigências relativamente baixas quanto ao preparo e fertilidade do solo, de rápido crescimento, precoces, de fácil manejo, de sistema radicular profundo e que dispensem tratamentos culturais.

Silva et al. (1999), relatam que as espécies utilizadas como adubo verde se dividem em plantas de verão, normalmente leguminosas plantadas no início das chuvas e manejadas até o final do período das águas, e as de inverno (leguminosas e gramíneas), plantadas no final das chuvas e manejadas quando em pleno florescimento. Dentre as espécies de verão mais utilizadas em citros podem destacar-se a Crotalária breviflora (*Crotalaria breviflora*), Crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), Crotalária spectabilis (*Crotalaria spectabilis* Roth.), Guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp), Guandu-Anão (*Cajanus cajan* L. Millsp), Mucuna-Preta (*Stizolobium aterrimum* = *Mucuna aterrima*), Mucuna-Anã (*Mucuna deeringiana* ou *Stizolobium deeringianum*, Steph e Bart = *Mucuna pruriens*), Labe-Labe (*Dolichos lablab* L. ou *Lablab vulgaris* Savi), Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) e Milheto (*Pennisetum glaucum*) e dentre as de inverno as mais recomendadas são a Aveia-Preta (*Avena strigosa* Schreb) e o Nabo-Forageiro (*Raphanus sativus* L.). Como espécies perenes recomendadas para a cultura dos citros tem-se o Amendoim-Rasteiro (*Arachis* sp).

O plantio de adubos verdes com os citros depende da fase em que se encontra o pomar, isto é, se está em fase de reforma ou se já está implantado. Quando a área está passando por reforma, é apropriado que após toda a movimentação necessária, tais como, limpeza da área, aplicação de corretivos, locação, execução de curvas de nível entre outras operações, proceda-se a semeadura de espécies que propiciem boa cobertura do solo, produção de fitomassa e com sistema radicular agressivo. Para este tipo de situação, a *Crotalaria juncea* é muito utilizada por ser grande produtora de massa seca em períodos curtos de 3 a 6 meses, além do guandu, para áreas de solo degradado ou de baixa fertilidade, que por não fechar o ciclo anual possibilita o manejo após 8 a 12 meses, tempo suficiente para promover a recuperação do solo do ponto de vista químico, físico e biológico. A semeadura da soja ou amendoim, como culturas econômicas, também pode ser considerada. Normalmente, na adubação verde não se utiliza adubação química no plantio e em cobertura, nem mesmo cultivos pós-plantio. Após o pleno florescimento, estes devem ser roçados ou triturados, ficando a massa verde sobre a superfície do solo. Nunca devem ser utilizados equipamentos que revolvam o solo, para evitar a desestruturação e rompimento dos canais formados pelo sistema radicular dos adubos verdes, por onde ocorrerá translocação de ar e água. Após esta etapa, procede-se ao sulcamento das linhas e plantio das mudas cítricas (SILVA et al., 1999).

O autor supracitado reporta que em situações nas quais o pomar se encontrar implantado, antes da semeadura, deve-se proceder a inspeção do mesmo com relação a pragas e doenças, e se necessário, recorrer à aplicação de produtos fitossanitários, aplicando uma das parcelas da adubação e ao controle das plantas daninhas nas linhas de citros. Na escolha da espécie a ser plantada, deve-se levar em conta o porte e o hábito de crescimento, evitando que esta provoque sombreamento e competição com as plantas de citros. Pode optar-se por plantio rua sim, rua não; intercalando uma rua com espécie de porte alto e outra de porte baixo e plantio somente na metade de cada rua. Essas opções de plantio possibilitam o trânsito no pomar e em todos os casos, no ano seguinte as posições são invertidas. A primeira linha de plantio deve ficar a pelo menos 50 cm da projeção da copa dos citros, evitando sombreamento e competição. A semeadura deve ser efetuada evitando movimentação do solo em excesso e o corte de raízes da cultura, dando preferência aos sistemas de cultivo mínimo e plantio direto. Não é necessário a utilização de adubação de cobertura e cultivadores. Após a germinação e o desenvolvimento, caso seja necessário entrar no pomar com máquinas, devem-se alinhar as

rodas nas entrelinhas dos adubos verdes, e, mesmo que haja tombamento, os danos serão mínimos sobre os adubos verdes.

Para a semeadura dos adubos verdes em pomares com plantas novas, a utilização de grades leves é aceitável, pois as raízes dos citros ainda não atingiram a área intercalar, mas em plantas adultas essa prática poderá ser prejudicial. Caso seja necessário fazer uma escarificação, esta deverá ser superficial, apenas para quebrar a camada compactada da superfície e eliminar plantas invasoras. Nos plantios subsequentes recomenda-se adotar técnicas de plantio direto. Normalmente não se utilizam adubação e cultivadores para os adubos verdes, por economia, mas estas respondem bem à adubação PK e solos corrigidos. Antes da semeadura uma das formas de manejo é o dessecamento do mato com herbicidas nas entrelinhas em agosto/setembro e plantio direto em novembro/dezembro com manejo em março/abril segundo relatos de Silva et al. (1999).

Abboud (1986), Chagas et al. (1987) e Carvalho et al. (1988) citados por Weber e Passos (1991), relatam respostas das leguminosas à fosfatagem, aliada à calagem do solo. Em pomar de laranja 'Pêra', constatou-se a maior produção de frutos com a aplicação 40 Kg por hectare de  $P_2O_5$  nas culturas intercalares de caupi (*Vigna sp*) e feijão de porco como adubo verde, (WEBER e PASSOS, 1991).

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 de 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 incorporação de 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 daninhas de difícil controle. O corte do material deve ser feito através de roçadeiras ou trituradores, cortando rente ao solo e deixando o material picado sobre a superfície do mesmo 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. Outra desvantagem é a exposição das radículas a altas temperaturas e a infecções de *Phytophthora* (gomose) e outros fungos oportunistas; aumento da erosão laminar e lixiviação; aumento de áreas compactadas; disseminação de pragas e doenças; propagação de gramíneas indesejáveis, como a braquiária, grama seda, carrapicho e diminuição da matéria orgânica. Esses equipamentos aceleram o processo de degradação do material, por aumentarem o contato dos microorganismos no solo com o adubo verde (SILVA et al., 1999).

Finalmente, Silva et al. (1999), afirmam que apesar dos resultados contraditórios e dos poucos resultados de pesquisa de longa duração, quanto ao uso da adubação verde em citros, há a possibilidade de indicação de uso comercial nos pomares, principalmente naqueles implantados em solos de baixa fertilidade e / ou depauperados pelo uso contínuo e prolongado e muitas vezes submetidos à erosão, como boa parte da atual área citrícola paulista. A adubação verde, 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 do seu uso criterioso.

### **4.3 Principais funções dos adubos verdes**

De acordo com Von Osterroht (2002), os estudos científicos e evidências práticas comprovam que os adubos verdes desempenham ações não apenas em um ou outro aspecto da fertilidade do solo, mas a incrementam amplamente, tais como:

- a) proteção do solo contra os impactos das chuvas, formando uma cobertura verde e também morta de grande eficiência;
- b) de forma análoga, protegem o solo da incidência direta de raios solares, atenuando as oscilações térmicas das suas camadas superficiais e diminuindo a evaporação;

c) enraizamento amplo e profundo do solo, bem maior que aquele atingido por culturas agrícolas, rompendo camadas adensadas, compactadas, promovendo maior fluxo vertical de matéria orgânica, aumentando sua estruturação e tornando-o poroso;

d) aumento, ao longo do tempo, da matéria orgânica do solo, pelo aporte de biomassa. Conseqüentemente, o aumento da CTC efetiva do solo, além da correção subsuperficial do pH. Melarato (1998), define a matéria orgânica como a fração sólida do solo que é constituída de compostos orgânicos de origem vegetal ou animal em qualquer grau de transformação. A fração da matéria orgânica que se encontra altamente transformada pelos microorganismos apresentando-se com coloração escura, estado coloidal e alta estabilidade é chamada de húmus;

e) incremento da capacidade de infiltração de água no solo, viável graças à maior porosidade e estruturação física promovida pelas raízes e pela cobertura do solo, tornando-o uma esponja de poros abertos, infiltrando a água que antes escorria pela enxurrada;

f) aumento da capacidade de retenção de água do solo pelo maior teor de húmus;

g) arrasto de bases a camadas mais profundas do solo, por compostos orgânicos liberados pela fitomassa em decomposição;

h) diminuição da toxicidade do Al e Mn devido ao aumento de complexificação e elevação do pH;

i) promoção do resgate e da reciclagem de nutrientes de fácil lixiviação, devido ao intenso enraizamento do solo, formando as raízes uma teia de retenção de nutrientes de fácil lixiviação, tais como o K, o N ( $\text{NO}_3^-$ ), o S e alguns micronutrientes;

j) extração e mobilização de nutrientes das camadas mais profundas do solo e do subsolo, tais como Ca, Mg, K, P e micronutrientes;

k) extração do P “fixado”, tornando-o disponível para outras culturas na forma orgânica. A capacidade de extrair o fósforo fixado está intimamente relacionada à associação dos adubos verdes com micorrizas, fungos simbióticos que habitam a rizosfera;

l) fixação do N atmosférico de maneira simbiótica pelas leguminosas e sustentação da fixação assimbiótica de N por bactérias e algas de fixação livre. Desta maneira, calcula-se um aporte de, em média, 200 Kg de N / ha / ano;

m) inibição da germinação e do crescimento de ervas invasoras, seja por efeitos alelopáticos ou pela simples competição por luz. São clássicos os efeitos de inibição do capim “papuã” ou marmelada (*Brachiaria plantaginea*) pela aveia preta ou a inibição da tiririca pela mucuna preta;

n) apresentação de diversas utilidades para a propriedade agrícola. Além de serem recuperadores de solos, muitos adubos verdes formam excelente forragem para herbívoros (no verão lab-lab, feijão-de-corda, guandu e no inverno aveia, azevém, centeio, ervilhaca, trevos, serradela, entre outros). Há também espécies arbóreas, como a leucena, com bom potencial forrageiro, além de produzirem lenha e carvão.

#### **4.4 Efeitos sobre as condições químicas, físicas e biológicas do solo**

Os adubos verdes aportam uma grande variedade de substâncias orgânicas no solo, tal como os exudatos de raízes, a biomassa radicular e foliar, ou seja, muita celulose, alguma lignina, ácidos orgânicos, e diversas substâncias elaboradas, como aminoácidos e fitormônios. Toda esta matéria orgânica forma um poderoso ativador da biologia do solo, que por sua vez melhora as condições físicas, bem como recicla e disponibiliza os nutrientes do solo. O manejo do solo com cobertura verde/morta conserva melhor a umidade, intensificando a atividade biológica, ao mesmo tempo em que aumenta a disponibilidade de diversos nutrientes, como o nitrogênio e o potássio, que necessitam sobremaneira de umidade suficiente para estarem disponíveis (VON OSTERROHT, 2002).

Segundo este mesmo autor, vale destacar os três níveis nos quais os adubos verdes contribuem para a fertilidade do solo:

##### **4.4.1 Química do solo:**

a) Adição de carbono resultando em húmus, maior CTC e menor acidez;

b) Aumento na CTC efetiva do solo, que se deve exclusivamente à fenomenal capacidade de absorção de nutrientes dos ácidos carboxílicos e fenólicos, constituintes do húmus, que por sua vez apresenta elevada superfície específica. Um grama de

húmus, quantia que caberia em qualquer colher de café possui 700 m<sup>2</sup> de superfície de exposição ativa;

c) Aumento do P disponível, pela ação combinada de micorrizas e exudatos das raízes;

d) Complexação orgânica do alumínio e manganês que se encontram em níveis tóxicos no solo;

e) Melhoria no desenvolvimento dos cultivos, aumentando a estabilidade nas produções ao longo dos anos;

f) Adição de N ao sistema, pela fixação biológica;

g) Disponibilização de micronutrientes, fixados e indisponíveis devido ao uso excessivo de calagem e adubos químicos (NPK).

#### **4.4.2 Física do solo:**

As características físicas do solo que os adubos verdes podem influenciar são as descritas resumidamente:

a) Estruturação e agregação;

b) Capacidade de retenção de água;

c) Densidade aparente, medida do peso correspondente a um determinado volume, macro porosidade do solo;

d) Capacidade de infiltração.

Como resultado, pode relacionar-se uma série de melhorias no manejo dos solos, significativas para a sustentabilidade do processo produtivo, tais como, o controle da erosão através da proteção por uma cobertura verde e depois morta, o que impede a desagregação pelo impacto das gotas da chuva, favorece a agregação e conseqüente macro porosidade, elevando a infiltração da água da chuva em detrimento da enxurrada, causadora última da erosão. A quantidade da palhada tem influência significativa sobre a infiltrabilidade da água no solo.

Melarato (1998) relata que em solos muito argilosos pode ocorrer um excesso de microporos, enquanto nos arenosos um excesso de macroporos. Nos dois casos as condições acabam sendo adversas para a citricultura principalmente pela baixa aeração ao

sistema radicular (solos argilosos) e pela baixa retenção de água (solos arenosos) prejudicial numa citricultura praticamente não irrigada como a brasileira. Nestes dois casos a matéria orgânica é benéfica, pois nos solos argilosos forma agregados, melhora a aeração e infiltração de água além de reduzir sua densidade. Nos solos arenosos melhora sua estrutura conferindo mais liga ao solo elevando sua capacidade de retenção de água. Esta retenção em solo arenoso está ao redor de 5-15% e em solo argiloso 30-50% enquanto que no húmus os valores estão entre 200 e 400%. Por esta razão que a simples presença de matéria orgânica possibilita a mecanização, ou o tráfego, de um solo argiloso com mais umidade que outro com o mesmo teor de argila, porém, com menos matéria orgânica, devido à redução da aderência e plasticidade conferida pela mesma.

Igualmente, o rompimento de uma camada subsuperficial adensada pelas raízes dos adubos verdes aumenta a capacidade de infiltração de água, prevenindo a enxurrada. São necessários diversos ciclos para que se concretize o rompimento; apenas um ciclo não costuma ser suficiente. Disto se conclui que a prática da adubação verde deve integrar o manejo de solos todo ano, para ser eficiente.

Os adubos verdes têm participação direta na formação e na estabilidade dos agregados do solo. Estes se formam por diversas ações, como a ação agregadora das raízes, os processos de umedecimento e secagem e principalmente, pela ação de microorganismos, alimentados pela fitomassa radicular, que produzem certas gomas, (polissacarídeos) que ligam ou colam as partículas de solo em agregados maiores.

Diversos estudos confirmaram serem as gramíneas mais eficientes na atividade agregadora, ao passo que as leguminosas são mais eficientes em romper camadas adensadas. Alguns estudos indicam que a associação de uma gramínea com uma leguminosa é a combinação ideal para promover a estruturação do solo, visto apresentar a gramínea um sistema radicular em constante renovação, ao passo que a leguminosa promove uma decomposição mais rápida e mais plena de toda a fitomassa. Em solos argilosos, as leguminosas podem melhorar a infiltração de água, geralmente deficiente. Já em solos arenosos, a cobertura do solo com fitomassa de gramíneas é mais eficiente na retenção da água no solo. A utilização de gramíneas como adubos verdes durante o inverno, tal como a aveia preta, provou ser a melhor estratégia para reter a água durante o cultivo de verão, subsequente.

#### 4.4.3 Efeitos biológicos:

Os efeitos sobre a biota do solo são numerosos, mas somente podem ser detalhadamente estudados na medida em que se conhece a biologia dos seres vivos que habitam o sistema solo-planta.

Dentre os efeitos biológicos mais comuns é possível citar:

a) O plantio de adubos verdes pode produzir mais biomassa que o pousio, visto ser implantado num estande denso e num momento apropriado para a germinação de sementes de uma determinada espécie;

b) A quantidade e a qualidade da fitomassa produzida por adubos verdes influi diretamente sobre todos os processos biológicos do solo;

c) A concentração de palhadas na superfície do solo, aumenta o teor de fósforo nesta camada, nutrindo e incrementando também a fixação biológica de nitrogênio, o que se percebe pela maior concentração de nódulos;

d) As menores oscilações térmicas, em que a cobertura verde, depois morta, tem efeito atenuante sobre os picos de calor, beneficiando e estabilizando a população de organismos do solo. Assim, onde a temperatura atinge 35° C, a fixação biológica de N poderá ser apenas metade da fixação biológica que num solo protegido, que atingiu a marca de apenas 29° C.

e) As associações mutualistas e associativas de fungos benéficos com as raízes dos adubos verdes, as chamadas micorrizas, suprem o sistema com o fósforo necessário, por serem capazes de extrair o fósforo fixado, integrando-o à biomassa gerada e inserindo-o no ciclo orgânico de nutrientes. Tal ação pressupõe a não utilização de adubos fosfatados solúveis e a presença de inóculo de má estirpe ou raça apropriada da micorriza. Os adubos verdes contribuem na manutenção deste inóculo no solo;

f) Dentre os microorganismos do solo, a minhoca merece especial atenção, pela ação agregadora de seus coprólitos e pela macroporosidade que promove pelos canais de deslocamento. Minhocas são beneficiadas de maneira especial pelos adubos verdes. Sua população não apenas é proporcional à biomassa aplicada, como é proporcional ao incremento na capacidade de infiltração do solo ao diâmetro de canais gerados;

g) Os adubos verdes ainda apresentam efeitos positivos no controle preventivo de doenças radiculares e pragas do solo;

h) Os nematóides também são inibidos pela prática de adubação verde, se a espécie escolhida for antagonista ao nematóide infestante;

i) A utilização de apenas uma espécie de adubo verde, repetidamente, pode criar problemas por especializar a população;

j) Recomenda-se uma ampla rotação, variando-se os adubos verdes de verão e também os de inverno.

#### **4.4.4 Efeitos alelopáticos**

Emprestado do grego, alelopatia significa prejuízo (pathos) mútuo (allélon). De maneira ampla, deveria ser conceituado como o efeito de um ser vivo sobre o outro, a médio prazo, seja ele positivo ou negativo, seja de planta sobre planta, de microorganismo sobre planta ou vice-versa segundo Von Osterroht (2002).

A ação alelopática exercida pela biomassa dos adubos verdes, tem relação direta com o corte destas plantas. Ao ser cortada, toda planta produz substâncias que surgem devido ao estresse do corte.

Horowitz (1973) citado por Melarato (1998) afirma que encontrou prejuízos causados por substâncias eliminadas pelo sistema radicular do mato, ou seja, alelopatia.

#### **4.5 Diagnose foliar**

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) foi desenvolvido gradativamente a partir de 1956 quando foi estabelecido o método de Diagnose Fisiológica (BEAUFILS, 1957), o qual tinha por finalidade conhecer e estudar a influência de fatores externos (temperatura, pluviosidade, etc...) sobre a produção da seringueira. Posteriormente, o método de Diagnose Fisiológica evoluiu e deu lugar ao Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).

Através do estudo de grande número de informações é possível gerar informações confiáveis de tais conceitos, os quais podem ser considerados como padrões ou referência a partir de sua caracterização. Porém, antes é necessário a implementação de valores de referência considerada ideal para cada nutriente e também para as relações recíprocas entre eles, em conjunto com seus desvios padrões, a qual será originada de uma população pré-estabelecida, separada da população base devido a seus atributos superiores em relação à mesma (BEAUFILS, 1973).

Como qualquer outro método de interpretação, o DRIS pressupõe a existência de um padrão conhecido. Dessa forma, há a necessidade de eleger atributos comerciais desejáveis e então definir-se o banco de dados que originará as normas (CRESTE, 2000).

Letzsch & Sumner (1983) relataram que, uma vez estabelecidas as normas, elas poderiam ser universalmente aplicadas, embora a precisão possa ser melhorada pela limitação ao desenvolvimento dessas normas para regiões geograficamente semelhantes. Sempre haverá a necessidade de melhorar a precisão de qualquer sistema, inclusive do DRIS.

Segundo Rodriguez & Besga (1989), o DRIS é um método holístico e fundamenta-se em três conceitos básicos: 1- Balanço Nutricional, 2- Lei do Mínimo e 3- na relação direta entre a produção e a composição mineral das plantas.

De acordo com Walworth & Sumner (1987), o DRIS fornece um meio matemático de ordenar um grande número de relações entre nutrientes na forma de índices, que podem ser facilmente interpretados. Inicialmente, as normas de referência precisam ser determinadas, para todas as relações nutricionais.

Muitos trabalhos referentes ao DRIS são encontrados na literatura, envolvendo diferentes espécies vegetais, diferentes localidades e na maioria deles com resultados satisfatórios. Em citros existem também várias citações, abordadas resumidamente a seguir, citados por Creste (2000);

Sumner (1986) mostrou claramente a concordância entre o DRIS e o método tradicional, relatando as seguintes conclusões para as plantas cítricas: 1- na laranja 'Temple' o método DRIS foi superior, possibilitando um aumento na produção de 2.515 a 8.885 kg.ha<sup>-1</sup>; 2- o DRIS foi menos afetado pela idade fisiológica das folhas, tipo de ramo

amostrado e também ao porta-enxerto utilizado que o método convencional, proporcionando um diagnóstico mais seguro das limitações nutricionais.

No que toca ao desenvolvimento das normas DRIS em citros, tem-se verificado vantagens em sua utilização, quando comparada com o método tradicional, conforme atestam Beverly et al. (1984), Sumner (1986), Wallace (1990), Woods & Villiers (1992), Cerdá et al. (1995) e Creste (1996). Estas vantagens se traduzem entre outras, na determinação de nutrientes limitantes à produção mesmo quando estes estavam compreendidos na faixa considerada adequada pelo método tradicional de interpretação; o DRIS é menos afetado pela idade fisiológica das folhas, tipo de ramos e porta-enxertos; facilidade de interpretação dos resultados em função da ordem de limitação, e quase sempre acompanhando um aumento de produção quando comparada com outros métodos.

A interpretação dos resultados se faz através dos valores dos desvios medidos entre o padrão (norma) e a amostra, relativizados através das equações de cálculo. Estes desvios são denominados como "Índices Nutricionais", e serão a unidade de trabalho quando se utilizar o DRIS para diagnosticar o estado nutricional de plantas cítricas. Assim, tem-se sinal negativo, positivo, zero, Índice de matéria seca (IMS) e Índice de balanço Nutricional (IBN). Quando o sinal for negativo, indica deficiências relativas e quanto maior for o valor, maior a deficiência. Quando o sinal for positivo, indica excessos relativos e quanto maior for o valor, maior o excesso. Quando for zero ou muito próximo de zero, indica nutrição adequada do elemento em análise. Se IMS for mais negativo que os elementos, isto indica outros problemas, não nutricionais e IBN é a somatória dos valores absolutos de todos os índices nutricionais. Quanto maior for o seu valor, maior é o desequilíbrio e vice-versa, conforme o relato de Creste (2000).

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Local**

O experimento foi desenvolvido na fazenda Três Irmãos, município de Botucatu, Estado de São Paulo, situada a 22°52'25,0" Latitude S e 48°37'50,3" Longitude WO a 844 metros de altitude. De acordo com a temperatura e precipitação, classifica-se o clima da região como sendo do tipo Cwa, segundo a classificação climática de Köepen citado por Mello et al. (1994), caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente. A precipitação pluviométrica média anual é de 1445 mm, sendo que as chuvas tendem a concentrar-se nos meses de novembro a abril. Apresenta temperatura média anual de 21,0 °C e evapotranspiração de 700 mm. A Figura 1 contém os dados da precipitação ocorrida durante o experimento, dados estes coletados no próprio local da experimentação através de pluviômetro.

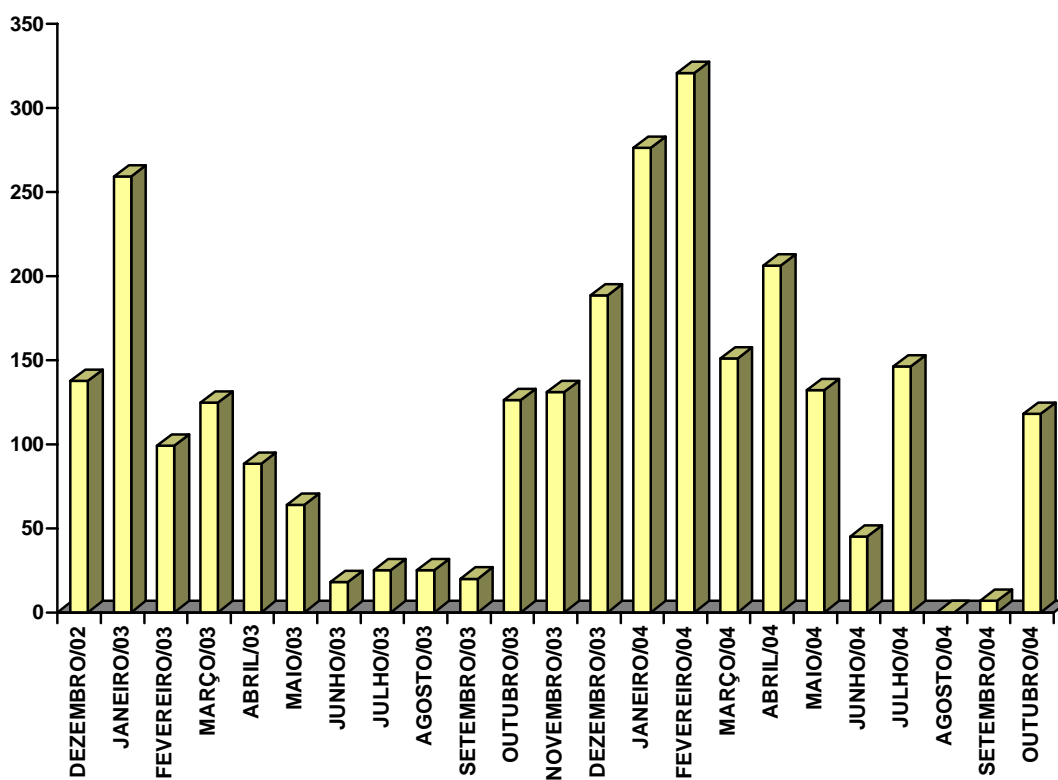


Figura 1 - Dados de precipitação em mm referentes ao período de dezembro de 2002 a outubro de 2004, registrados através de pluviômetro. Botucatu/SP.

## 5.2 Solo

O solo da propriedade apresenta textura arenosa (Tabela 1), excessivamente drenado, possuindo uma baixa porcentagem de bases trocáveis e saturação, segundo Vieira & Vieira (1983). A denominação do solo do local é Neossolo Quartzarênico de acordo com critérios da EMBRAPA (1999).

Tabela 1 - Caracterização física do solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade.

Areia	Silte	Argila	Densidade do solo	Macroporos	Microporos
-----g kg <sup>-1</sup> -----			kg dm <sup>-3</sup>	-----m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> -----	
890	40	70	1,3	0,33	0,28

### 5.3 Cultivar copa e porta-enxerto

O cultivar copa estudado foi a laranjeira 'Pêra' (*Citrus sinensis*, Osbeck), caracterizada por um porte médio, galhos mais ou menos eretos, folhas acuminadas sendo pouco tolerante a tristeza dos citros. Sua produção atinge uma média de 250 Kg de frutos por planta. Os frutos têm a forma ovalada, com três a quatro sementes e peso médio de 145 g; a casca é de cor alaranjada, de espessura fina a média, quase lisa e com vesículas de óleo em nível. A polpa é de cor laranja viva e apresenta textura firme. Seu suco é muito abundante, 52% de peso do fruto, com teores médios de brix – 11,8%, acidez – 0,95% e “ratio” de 12,5. O destino dos frutos é para consumo ao natural, nos mercados interno e externo, ou para suco concentrado. Tem muito boa adaptação às condições climáticas do Estado de São Paulo, sendo esta mais uma razão para a cultivar ocupar o lugar de preferência dos citricultores paulistas (FIGUEIREDO, 1991).

As plantas estão enxertadas em limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia*, Osbeck), o qual confere uma boa produção, qualidade média dos frutos, tamanho médio de plantas, sendo indicado para solos arenosos (POMPEU JÚNIOR, 1991).

O pomar comercial tem espaçamento de 7 metros entre linhas e 4 metros entre plantas, o qual vem recebendo os tratamentos culturais necessários, desde a sua implantação em outubro de 1996.

## 5.4 Adubos verdes utilizados

### 5.4.1 Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC)

Planta arbustiva, anual, formando dossel ao redor de 0,8 a 1,0 m de altura, recomendada para adubação verde. Suas sementes, brancas e graúdas, não são indicadas para consumo humano, embora apresentem altos teores de proteína de excelente qualidade segundo Ambrosano et al. (2000).

**Cultivar:** Comum

**Época de semeadura:** ideal em outubro/novembro sendo também possível em setembro/março.

**Espaçamento entre as linhas:** 50 cm para adubação verde.

**Densidade linear na semeadura:** 3 sementes por metro linear.

**Sementes necessárias:** 80 Kg/ha.

**Adubação verde:** no surgimento das primeiras vagens, cerca de 120 dias após a semeadura, efetuar o corte da parte aérea das plantas por meio de roçadeira ou grade de discos, seguindo-se ou não sua incorporação ao solo.

**Colheita de sementes:** aproximadamente aos 180 dias depois da semeadura, as plantas poderão ser arrancadas manualmente ou ceifadas para posterior operação de batadura ou trilhagem após seca das vagens e sementes.

**Produtividade normal:** fitomassa seca de 5 a 8 t/ha e 1,2 a 1,8 t/ha de sementes segundo Ambrosano et al. (2000).

### 5.4.2 Labe-labe (*Dolichus lablab* L.)

Planta anual ou bianual rasteira, de hábito indeterminado e de ampla adaptação, recomendada principalmente para adubação verde. Suas vagens e sementes podem ser processadas para arraçoamento animal ou consumo humano. Apesar de menos digestível, sua forragem e feno são comparáveis aos da alfafa. Sua massa pode ser utilizada para enriquecimento de silagem ou palha de milho, situação em que se efetua o cultivo consorciado.

**Cultivar:** IAC-697.

**Época de semeadura:** adubação verde: outubro a fevereiro; sementes: outubro a março.

**Espaçamento e densidade de semeadura:** 50 cm entre as linhas com 10 sementes por metro linear.

**Sementes necessárias:** 50 Kg/ha.

**Adubação verde:** no surgimento das vagens, 150 a 180 dias após a semeadura, realizar o corte da parte aérea das plantas por meio de roçadeira ou grade de discos, para aproveitamento como cobertura morta ou posterior incorporação ao solo.

**Colheita de sementes:** decorridos 240 dias da semeadura, os legumes maduros poderão ser colhidos, parceladamente, por via manual. Para prevenir ocorrência de carunchos, efetuar a colheita sem atraso, seguida de expurgo.

**Produtividade normal:** fitomassa (matéria seca): 5 a 7 t/ha; sementes: 1 a 1,5 t/ha de acordo com Ambrosano et al. (2000).

#### 5.4.3 Feijão guandu anão (*Cajanus cajan* L. Millsp)

Leguminosa anual, de ciclo curto (90-120 dias), porte baixo (0,8-1,2 m), crescimento rápido e arbustiva. Pode ser utilizada em rotação, consorciada e como forrageira. No caso do citros é mais usada no sistema intercalar, devido ao baixo porte, permitindo o trânsito dos equipamentos para operações de adubação e pulverização.

**Cultivar:** IAPAR 43.

**Época de semeadura:** de setembro a dezembro.

**Espaçamento e densidade de semeadura:** 50 cm entre as linhas com 20 sementes por metro linear.

**Sementes necessárias:** aproximadamente 25 Kg/ha.

**Adubação verde:** 90 a 120 dias após a semeadura realizar o corte da parte aérea das plantas por meio de roçadeira ou grade de discos, para aproveitamento como cobertura morta ou posterior incorporação ao solo.

**Produtividade normal:** 4 a 7 t/ha de fitomassa de acordo com Pirai Sementes (2002).

#### **5.4.4 Braquiária brizanta (*Brachiaria brizantha* Hochst ex A. Rich. Stapf)**

É uma planta cespitosa, muito robusta, de 1,5 a 2,5 m de altura, com colmos iniciais prostrados, mas produz afillhos predominantemente eretos. Os rizomas são muito curtos e encurvados. Colmos floríferos eretos, freqüentemente com afillhamento nos nós superiores, que leva à proliferação de inflorescências, especialmente sob regime de corte ou pastejo (SOARES FILHO, 1996).

Apresenta ampla adaptação climática até 3000 m acima do nível do mar, com precipitação pluvial anual ao redor de 700 mm e cerca de cinco meses de seca no inverno. Não tolera solos encharcados, Shelton et al 1987, Skerman e Riveros 1990, ambos citados por Soares Filho (1996).

A temperatura ideal para o crescimento é 30-35 °C, e a temperatura mínima de 15 °C. Apresenta boa tolerância ao frio, permanecendo verde no inverno, Bogdan, 1977, Skerman e Riveros, 1990, também citados por Soares Filho (1996).

É importante lembrar que antes de ser implantado o pomar de laranjas, a referida área era pastagem e este capim já se encontrava instalado na propriedade.

### **5.5 Manejo da cultura e dos adubos verdes**

Antes da implantação dos adubos verdes nas entrelinhas do pomar, a população de ácaros foi inspecionada e efetuou-se o controle com produtos de efeito residual longo (Tabela 2) evitando desta forma o trânsito excessivo de máquinas ocasionando danos nas plantas em estudo.

Após quinze dias da ceifa da braquiária, foi aplicado 3 L/ha de Glifosato (Roundup) (Tabela 3) com um volume de calda de 200 L/ha, com o objetivo de eliminar a competição da braquiária já estabelecida com os adubos verdes que foram implantados nas entrelinhas do pomar. Após este manejo, no mês de dezembro de 2002 (1º ano) e janeiro de 2004 (2º ano), efetivou-se o plantio direto destas culturas protetoras do solo, pois possuem uma capacidade inicial rápida de desenvolvimento não sofrendo interferências negativas da braquiária, dispensando outros tratos culturais. No plantio dos adubos verdes foi aplicado 40 Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples. O tratamento que continha a

braquiária foi inicialmente ceifado e aplicado também os mesmos 40 Kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato simples. Os tratamentos que continham adubos verdes, Tratamento 1-Feijão de Porco (FP); Tratamento 2- Feijão Guandu Anão (GA); e Tratamento 3-Labe-Labe (LL) foram semeados em 6 linhas espaçadas a 50 cm a partir da projeção da copa da laranjeira, através de semeadora de plantio direto Marca Tatu, modelo T2SI. A quantidade de sementes por metro linear utilizada para o FP, GA e LL foi 3, 20 e 10 respectivamente, implicando em um gasto de sementes por ha de 80, 25 e 50 Kg aproximadamente, proporcionalmente à área útil.

Tabela 2 - Tratamentos fitossanitários aplicados durante os ensaios.

PRAGA / DOENÇA	PRODUTO*	ÉPOCA DA APLICAÇÃO
ácaro da falsa ferrugem e ácaro da leprose	0,4 L de Abamectin (Vertimec 18 CE) + 5 L de óleo mineral + 0,2 L de Acrinathrin (Rufast 50 SC) + Nutrição foliar**	Dezembro/2002
ácaro da falsa ferrugem	5 L de Enxofre (Sulfur 800)	Maio/2003
ácaro da falsa ferrugem	5 L de Enxofre (Sulfur 800)	Agosto/2003
verrugose	1,5 Kg de Hidróxido de Cobre (Kocide WDG)	Setembro/2003
ácaro da falsa ferrugem e ácaro da leprose	0,4 L de Abamectin (Vertimec 18 CE) + 5 L de óleo mineral + 1,6 L de Óxido de Fenbutatin (Torque 500 SC) + Nutrição foliar**	Dezembro/2003
ácaro da falsa ferrugem e ácaro da leprose	1 L de Azocyclotin (Caligur)	Maio/2004
podridão floral	3,5 Kg de Folpet (Folpan) + Nutrição foliar***	Julho/2004
verrugose	2,0 Kg de Hidróxido de Cobre (Kocide WDG)	Setembro/2004

\*Os produtos são diluídos em tanques de 2000 L de capacidade.

\*\*6 Kg de Sulfato de Zinco + 4 Kg de Sulfato de Manganês + 2 Kg de Ácido Bórico

\*\*\*5 L de Actifós + 3Kg de Forth II (13% Zn 6% Mn 4% B 7% S 0,7% Mg 0,1% Mo) + 2 Kg de Forth Kiki (12% Mg 10% Zn 9% S)

Tabela 3 - Épocas e herbicidas utilizados para o manejo das plantas daninhas nas entrelinhas da cultura cítrica.

ÉPOCA DA APLICAÇÃO	HERBICIDA
Dezembro 2002	3 L de Glifosato (Roundup)/ha
Dezembro 2003	3 L de Glifosato (Roundup)/ha

Nas linhas da cultura cítrica também foi aplicado 3 L/ha de Glifosato (Roundup) (Tabela 4) com um volume de calda de 200 L/ha, antes da semeadura dos adubos verdes, com o objetivo de eliminar a competição da braquiária.

Tabela 4 - Épocas e herbicidas utilizados para o manejo das plantas daninhas nas linhas da cultura cítrica.

ÉPOCA DA APLICAÇÃO	HERBICIDA
Dezembro 2002	3 L de Glifosato (Roundup)/ha
Setembro 2003	3 L de Glifosato (Roundup)/ha
Agosto 2004	2 Kg Glifosato (Roundup WG)/ha

Um dia antes do corte e incorporação das leguminosas e da braquiária, foi realizada uma coleta de material fresco de acordo com Silva (1995). Com o auxílio de um quadrado de madeira com área interna de 1 m<sup>2</sup>, colocado aleatoriamente nas parcelas, efetuou-se o corte do material contido no interior do quadrado. Foi coletada uma amostra sendo posteriormente pesada no próprio local do corte para determinação do material fresco. Em seguida embalada, etiquetada e enviada ao laboratório, onde passou por processo de secagem em estufa para determinação do peso seco do material. Após estarem secas as amostras foram moídas e analisadas quimicamente para determinação dos teores de nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, e Zn, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1989). Com todos estes dados estimou-se as quantidades de matéria fresca, seca e nutrientes fornecidos a cultura.

A época de corte ocorreu durante o pleno florescimento e início de formação de legumes, pois é neste estágio que as plantas estão próximas do máximo acúmulo de matéria seca na parte aérea, pouco lenhosas, com adequada relação C/N para subsequente decomposição (BRAGA, 1986).

Com o Tratamento 4-Braquiária (BQ), ficou estabelecido o seu manejo antes da formação de sementes e também os mesmos procedimentos tomados com os adubos verdes foram cuidadosamente tomados com a braquiária sempre que necessário.

É importante ressaltar que toda a biomassa obtida, seja esta das leguminosas ou da braquiária, foi roçada por uma roçadeira marca Kamaq – modelo MAC 200, que além do corte, a direcionou para as linhas da cultura cítrica.

Todos os tratos culturais da laranja (Tabela 5) como o manejo dos adubos verdes (Tabela 6) foram os mesmos quando o experimento foi repetido no ano seguinte.

Tabela 5 - Calagem e adubação utilizadas na cultura da laranja no período de junho de 2002 a outubro de 2004.

ATIVIDADE	DOSAGEM	ÉPOCA
Calagem*	1 t / ha	Junho/2002
1ª parcela da adubação	0,8 Kg de 20-10-10/planta	Fevereiro/2003
2ª parcela da adubação	0,8 Kg de 20-10-10/planta	Março/2003
3ª parcela da adubação	0,8 Kg de 20-10-10/planta	Abril/2003
1ª parcela da adubação	0,93 Kg de 20-05-10/planta	Outubro/2003
2ª parcela da adubação	0,93 Kg de 20-10-10/planta	Janeiro/2004
3ª parcela da adubação	0,93 Kg de 20-10-10/planta	Março/2004

\*Calcário dolomítico PRNT 90%

Tabela 6 - Manejo utilizado para os adubos verdes no período de dezembro de 2002 a abril de 2004.

ATIVIDADE	ÉPOCA
Ceifa da braquiária	Dezembro/2002
Plantio adubos verdes (AV)	Dezembro/2002
Ceifa, pesagem e análise dos AV	Abril/2003
Ceifa da braquiária	Novembro/2003
Plantio adubos verdes (AV)	Janeiro/2004
Ceifa da braquiária	Março/2004
Ceifa, pesagem e análise dos AV	Abril/2004

## 5.6 Colheita

A colheita foi feita seguindo os critérios determinado pela indústria, baseado na visualização da cor dos frutos e posterior análise de qualidade no laboratório. No ano de 2003 as frutas foram colhidas em duas etapas em virtude de duas floradas, característica comum da laranjeira 'Pêra'. No ano de 2004 houve somente uma colheita.

## 5.7 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso. A composição das parcelas foi estabelecida da seguinte forma: quatro linhas da cultura espaçadas de 7 m, com quatro plantas cada linha espaçadas por 4 m, ocupando 252 m<sup>2</sup>. Os tratamentos utilizados foram os seguintes: Tratamento 1-Feijão de Porco (FP); Tratamento 2- Feijão Guandu Anão (GA); Tratamento 3-Labe-Labe (LL) e Tratamento 4-Braquiária (BQ), com seis repetições, totalizando 24 parcelas, onde duas plantas úteis foram utilizadas para as avaliações e as demais funcionaram como bordadura dos tratamentos (ROSSETTI, 2002).

Para as variáveis relativas a qualidade da fruta e do suco foi utilizada a análise de variância (ANOVA) de um delineamento inteiramente casualizado com os

tratamentos no esquema fatorial (Época e Adubos verdes). O mesmo para porcentagem de matéria seca e produção.

Para as variáveis relativas ao vigor e índice relativo de clorofila foi utilizado a ANOVA de um ensaio em blocos. Todas as comparações de médias foram realizadas pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância (COCHRAN e COX, 1957).

Letras maiúsculas comparam médias de tratamentos para cada época (linha) e letras minúsculas comparam médias de épocas para cada tratamento (coluna). As médias seguidas de pelo menos uma letra igual não diferem significativamente.

## 5.8 Características analisadas

### 5.8.1 Da planta

**Vigor** - o vigor das plantas ou desenvolvimento vegetativo foi avaliado pelo critério de mensuração da circunferência do tronco conforme indicado por Peynado (1958). As medidas foram tomadas com o emprego de uma fita métrica a dez centímetros acima do ponto de união do enxerto e porta-enxerto, a cada sessenta dias a partir da introdução dos adubos verdes até o final da experimentação. Nesse mesmo período, foi medido o diâmetro da copa (média entre as medidas Norte-Sul e Leste-Oeste) e a altura da planta, empregando-se uma régua de madeira com divisão de cinco em cinco centímetros calculando-se o volume de copa através da seguinte fórmula de acordo com Mendel 1956 citado por Mourão Filho (1989):

$$V = 2/3\pi H R^2, \text{ onde:}$$

V - volume da copa (m<sup>3</sup>);

H - altura da planta (m);

R - raio da copa (m).

**Índice relativo de clorofila (IRC)**- foi avaliado a cada sessenta dias após o corte dos adubos verdes até o fim da experimentação através do clorofilômetro (Minolta Chlorophyll Meter SPAD-502). Esta medida correlaciona-se bem com o teor de clorofila em diversas culturas, podendo indicar a deficiência de N na planta, segundo Godoy et al., (2003). As folhas avaliadas em número de vinte por parcela foram a 3ª e 4ª de ramos com frutos distribuídas nos quatro quadrantes da planta.

**Diagnose foliar** - a coleta das folhas seguiu as recomendações do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994). Coletou-se a 3ª ou 4ª folha a partir do fruto, gerada na primavera, com aproximadamente seis meses de idade (março), em ramos com frutos de 2 a 4 cm de diâmetro, em número de 4 folhas por planta, sendo uma em cada quadrante e na altura mediana da copa. Antes da instalação do experimento uma análise química de planta (Tabela 7) somente foi realizada com a finalidade demonstrativa do estado nutricional de toda a área de pesquisa. Após a aplicação dos quatro diferentes tratamentos cada parcela passou a ser avaliada individualmente. Foi realizada análise química dos teores de nutrientes de acordo com Malavolta et al. (1998), cujos resultados foram submetidos a interpretação pelo DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System), de acordo com Beaufils (1973) e Creste (1996).

Tabela 7 – Resultados da análise química foliar das plantas antes da aplicação dos tratamentos.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----g kg <sup>-1</sup> -----						-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
23	1,2	9	39	4,7	3,4	53	102	140	10	23

**Produtividade** - na colheita foi mensurado o peso total de frutos por planta em quilos, e logo em seguida, calculados estes valores para caixas de 40,8 Kg e também para toneladas por hectare.

### 5.8.2 Do solo

**Fertilidade do solo** - em maio de 2002, antes da implantação do experimento, foi feita uma amostragem de solo para a área como um todo, considerando-se profundidade de 0 a 20 cm com o objetivo de obtenção de dados para recomendação de calagem e adubação, e outra na profundidade de 20 a 40 cm, para diagnosticar deficiências de cálcio ou excesso de alumínio. Em maio de 2003 e 2004, esta amostragem de solo foi repetida para cada tratamento, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, visando a recomendação de calagem, adubação e acompanhamento dos nutrientes no perfil do solo. As análises químicas de rotina foram feitas de acordo com o método descrito em Rajj & Quaggio (1983) e os micronutrientes extraídos em DTPA-TEA a pH 7,3, Camargo.(1986).

Nos Tabelas 8, 9, 10 e 11 constam os resultados da análise química de solo, antes da aplicação dos tratamentos, (maio de 2002).

Tabela 8 - Resultados das análises químicas de solo nas linhas da cultura antes da aplicação dos tratamentos.

Profundidade (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	H+Al -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %
0-20	7,4	12	18	14	0,4	40	32	72	86	84
20-40	5,0	11	6	21	0,3	16	8	25	46	54

Tabela 9 - Teor de micronutrientes no solo nas linhas da cultura antes da aplicação dos tratamentos.

Profundidade (cm)	B -----mg dm <sup>-3</sup> -----	Cu	Fe	Mn	Zn
0-20	0,20	0,7	20	1,3	0,8
20-40	0,13	0,6	31	1,3	0,8

Tabela 10 - Resultados das análises químicas de solo nas entrelinhas da cultura antes da aplicação dos tratamentos.

Profundidade (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	H+Al -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %
0-20	6,4	13	2	16	0,3	24	13	37	53	71
20-40	5,1	8	1	16	0,2	14	4	18	34	53

Tabela 11 - Teor de micronutrientes no solo nas entrelinhas da cultura antes da aplicação dos tratamentos.

Profundidade (cm)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
0-20	0,09	0,3	19	0,8	0,2
20-40	0,09	0,3	24	0,6	0,1

### 5.8.3 Dos frutos

Todas as determinações referentes aos frutos seguiram a metodologia descrita por Reed et al. (1986).

**Peso médio dos frutos** - foram separados 10 frutos / planta, totalizando 20 frutos por parcela para verificar o peso médio dos frutos em gramas. A massa total dos frutos das amostras foi obtida em uma balança Filizola com capacidade para 15kg e sensibilidade de 5g.

**Número médio de frutos por caixa** - com os dados do peso médio dos frutos, através de cálculos chegou-se ao número de frutos por caixa de 40,8 Kg.

**Rendimento de suco** - O rendimento de suco foi determinado após esmagamento em extratora OIC (Organização Internacional Centenário) modelo OTTO 1800 (filtro com diâmetro interno de 26,11mm, comprimento de 265mm, furos de diâmetro de 0,6mm e área de vazão de 20%), calculado por meio da relação massa do suco/massa do fruto e expresso em porcentagem.

**Acidez total (AT)** - A acidez total (AT) foi obtida em gramas de ácido cítrico / 100 gramas de polpa através de titulação de 25 mL de suco, com uma solução de hidróxido de sódio a 0,3125 de normalidade e usando-se a fenoftaleína como indicadora.

**Sólidos solúveis (SS)** - O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado por leitura direta no refratômetro B&S, modelo RFM 330 e expressos em graus

brix. Os dados foram corrigidos pela temperatura e pela acidez do suco. Posteriormente estes valores foram transformados por caixa de 40,8 Kg de fruta.

**Relação SS/AT - “Ratio”** - determinada pelo quociente entre o teor de sólidos solúveis e a acidez total.

#### **5.8.4 Dos adubos verdes**

**Peso fresco e peso seco** - Um dia antes do corte e incorporação das leguminosas e da braquiária, foi realizada uma coleta de material fresco de acordo com Silva (1995). Com o auxílio de um quadrado de madeira com área interna de 1 m<sup>2</sup>, colocado aleatoriamente nas parcelas, efetuou-se o corte do material contido no interior do quadrado. Foi coletada uma amostra sendo posteriormente pesada no próprio local do corte para determinação do material fresco. Em seguida embalada, etiquetada e enviada ao laboratório, onde passou por processo de secagem em estufa para determinação do peso seco do material.

**Análise química** - Após estarem secas as amostras, estas foram moídas e analisadas quimicamente para determinação dos teores de nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, e Zn, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1998).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Análise química de solo nas linhas da cultura cítrica

Nos Tabelas 12 e 13 encontram-se os dados analíticos da fertilidade do solo nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm respectivamente na linha da cultura, seguindo as recomendações do GPACC (1994). O pH sofreu pequena variação entre os diversos tratamentos, com valores de 5,0 a 5,8 no primeiro ano de experimentação e 5,0 a 5,4 para o segundo ano, ficando aquém do ideal para a cultura que é em torno de 6,0 a 6,5. Essa pequena variação nos valores de pH em relação à amostragem inicial (Tabela 8) pode ser atribuída à acidificação provocada principalmente pela nitrificação do amônio, considerando as formas amídica e amoniacal do fertilizante nitrogenado utilizado, concordando com os resultados de Silva et al. (1999). O teor de matéria orgânica a 20 cm de profundidade, se comparada com a análise química de solo antes da aplicação dos tratamentos sofreu um leve aumento de  $3 \text{ g dm}^{-3}$  e no ano posterior uma pequena diminuição de  $6 \text{ g dm}^{-3}$ . Na camada de 20 a 40 cm os teores de matéria orgânica passaram também por um aumento de até  $5 \text{ g dm}^{-3}$  e posteriormente uma queda de até  $10 \text{ g dm}^{-3}$ .

As quantidades de fósforo na camada 0-20 cm para os tratamentos FP, GA e LL são consideradas alta e para o tratamento BQ média de acordo com o GPACC (1994) quando comparadas com os resultados da análise química inicial (AQI), podendo observar-se um aumento considerável no teor de P. No ano seguinte de experimentação os teores de P

diminuíram bastante em relação ao primeiro ano de avaliação, aproximando-se bastante aos resultados da AQI com quantidades médias de P para os tratamentos FP, GA e BQ e baixa para LL. Sugere-se que no momento da amostragem, após a aplicação dos tratamentos no primeiro ano de experimentação agrícola, possa ter ocorrido erro, coletando-se um volume de solo com resíduo de adubo, alterando os resultados da análise.

Os níveis de potássio no solo na camada 0-20 cm para todos os tratamentos se comportaram nas classes muito baixo e baixo durante os anos de avaliação, comprovando a baixa fertilidade já conhecida do solo denominado Neossolo Quartzarênico e deixando bastante clara a necessidade de adubações sucessivas, para obtenção de altas produtividades e conseqüentemente frutos de qualidade.

Há indicações de uma relação Ca/Mg no solo considerada normal para a cultura dos citros, ao redor de 4/1 de acordo com Vitti et al. (1996), a qual não foi atingida em nenhum dos tratamentos; o valor médio dessa relação situou-se ao redor de 1,4/1, em função principalmente da utilização de calcário dolomítico por ocasião da calagem. Os níveis de Ca na camada de 20 a 40 cm não devem ser menores que  $5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , o que não ocorreu em nenhum tratamento.

O Mg está dentro dos níveis considerados adequados para a cultura que correspondem a 4 a  $8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para todos os tratamentos considerando as camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, respectivamente.

A porcentagem de saturação em bases (V%) é considerada alta (> 70%) para o tratamento FP, média (51-70%) para GA e LL e baixa (26-50%) para BQ respectivamente no primeiro ano. No segundo ano V% continua sendo considerada classe média para o tratamento GA; o FP passa a ser classe média, o LL classe baixa e BQ sofre uma elevação e passa para a classe média. Os dados do Tabela 12 mostram mobilidade do calcário aplicado, com níveis sensivelmente maiores do que o inicial na camada de 20 a 40 cm. Em razão de se tratar de solo extremamente arenoso (Tabela 1) e, conseqüentemente, excessivamente drenado, infere-se que o caminhamento de calcário, mesmo ainda não solubilizado, tenha sido considerável, ultrapassando a profundidade de 40 cm da amostragem. Outros trabalhos de pesquisa (QUAGGIO et al., 1982; ANJOS & ROWELL 1983; ROSOLEM & MACHADO 1984 e WONG 1999) têm demonstrado perdas significativas de

cálcio e magnésio através da lixiviação, mesmo em solos que receberam aplicação de calcário em doses adequadas. Em condições de laboratório, Büll et al. (1991) observaram que as perdas de Ca e Mg por lixiviação aumentaram proporcionalmente às quantidades de calcário aplicado a três solos com classe textural distinta.

O nível de B é considerado baixo para todos os tratamentos no primeiro ano, e no segundo ano o FP continua com teor baixo embora tenha aumentado  $0,02 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Os outros tratamentos passam para teores médios, embora não tenham sido aplicados via solo. Esta situação pode ser explicada pela relação entre pH e disponibilidade deste elemento, pois o teor de boro tende a manter-se estável quando o pH está próximo de 5,0.

Os teores de Cu são considerados altos no primeiro ano, mantendo-se nesses níveis no segundo ano de experimentação, com exceção do LL que volta para teor médio.

Com relação ao Mn, seus teores se mantiveram em níveis médios ao longo dos dois anos de avaliação, lembrando que seu teor na AQI era baixo. A mesma situação ocorreu com o micronutriente Zn, tendo seu teor inicialmente médio e ao longo dos dois anos mantendo os teores no solo em níveis médios e até aumentado como apresenta os tratamentos LL e BQ no primeiro ano. O Fe passou pelo mesmo processo de elevação nos seus teores durante a experimentação.

Sugere-se que a estabilidade e em algumas situações o aumento no teor destes elementos, Cu, Mn, Zn e Fe, são decorrentes do aumento da acidificação do solo, diminuindo o pH e conseqüentemente tornando-os mais disponíveis na solução do solo.

Tabela 12 - Resultados das análises químicas de solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm nas linhas da cultura após o primeiro e segundo anos de experimentação.

Ano	Tratamento	Profund. (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	M. O. g dm <sup>-3</sup>	P resina mg dm <sup>-3</sup>	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %
1	FP	0 - 20	5,8	14	48	16	1,0	29	23	53	68	77
		20-40	5,5	13	11	15	0,5	13	14	27	42	65
1	GA	0 - 20	5,7	13	34	17	0,7	19	18	38	55	69
		20-40	5,6	13	18	16	0,6	14	12	27	44	63
1	LL	0 - 20	5,4	15	36	15	0,5	16	12	28	43	66
		20-40	5,2	14	19	16	0,1	7	5	12	29	43
1	BQ	0 - 20	5,0	14	28	20	0,7	11	9	20	41	50
		20-40	5,3	16	34	16	0,6	14	12	27	43	62
2	FP	0 - 20	5,3	10	16	17	0,9	16	11	28	45	62
		20-40	5,1	8	4	17	0,4	9	6	15	32	47
2	GA	0 - 20	5,4	9	16	16	0,8	16	11	27	44	63
		20-40	5,2	6	3	16	0,7	9	7	16	32	51
2	LL	0 - 20	4,9	9	11	20	1,0	11	6	19	39	48
		20-40	5,2	7	3	16	1,7	9	8	19	35	55
2	BQ	0 - 20	5,0	9	17	19	0,8	13	8	22	41	53
		20-40	4,9	6	4	16	0,3	8	6	14	30	45

Tabela 13 - Teores de micronutrientes no solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm nas linhas da cultura após o primeiro e segundo anos de experimentação.

Ano	Tratamento	Profund. (cm)	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
			B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	FP	0 - 20	0,16	1,2	34	3,4	1,5
		20-40	0,12	1,0	33	2,5	1,2
1	GA	0 - 20	0,15	2,1	35	3,5	1,5
		20-40	0,10	1,6	32	2,5	1,6
1	LL	0 - 20	0,17	1,4	38	4,2	1,9
		20-40	0,16	1,1	40	3,1	1,5
1	BQ	0 - 20	0,19	2,0	49	3,7	1,8
		20-40	0,19	1,8	42	3,5	2,1
2	FP	0 - 20	0,18	1,3	59	2,8	1,3
		20-40	0,14	0,8	44	1,3	0,7
2	GA	0 - 20	0,21	1,6	48	3,3	1,4
		20-40	0,16	0,6	39	0,8	0,4
2	LL	0 - 20	0,21	0,9	49	2,4	0,7
		20-40	0,18	0,6	35	0,9	0,5
2	BQ	0 - 20	0,20	1,3	49	2,5	1,1
		20-40	0,15	0,6	35	1,0	0,6

## 6.2 Análise química de solo nas entrelinhas da cultura cítrica

Nos Tabelas 14 e 15 constam os dados analíticos da fertilidade do solo nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm respectivamente na entrelinha da cultura, onde foram semeados os adubos verdes. O pH sofreu pequena variação entre os diversos tratamentos, com valores de 5,2 a 5,4 no primeiro ano de experimentação e 5,2 a 5,5 para o segundo ano, ficando aquém do ideal para a cultura que é em torno de 6,0 a 6,5. Este fato não implica em prejuízo para a cultura, pois o fertilizante é localizado sob a projeção da copa, onde o pH não foi adequado para a cultura, aumentando desta forma a eficiência de aproveitamento dos nutrientes. Seria interessante que nas entrelinhas da cultura o pH estivesse em níveis adequados também para a cultura, pois, de acordo com Moreira (1988), foram encontradas radículas até 4,20 m de distância do tronco da laranjeira e quase 60% destas estão localizadas nos primeiros 30 cm de profundidade, o que indica que as plantas podem absorver nutrientes nas entrelinhas. Essa pequena variação nos valores de pH em relação à amostragem inicial (Tabela 10) pode ser atribuída à perda de cálcio e magnésio, pois, tratando-se de solo extremamente arenoso (Tabela 1) e, conseqüentemente, excessivamente drenado, infere-se que o caminhamento de calcário, mesmo ainda não

solubilizado, tenha sido considerável, ultrapassando a profundidade de 40 cm da amostragem, repetindo desta forma a mesma situação ocorrida nas linhas da cultura de laranja. O teor de matéria orgânica a 20 e 40 cm de profundidade, se comparada com a análise química de solo antes da aplicação dos tratamentos sofreu um ligeiro aumento e no ano posterior uma pequena diminuição, portanto não havendo incremento em seus níveis, repetindo a mesma situação ocorrida com o teor de matéria orgânica nas linhas da cultura cítrica, concordando desta forma com os resultados obtidos por Proebsting citado por Malavolta e Violante Netto (1989) e Silva et al., (1999).

As quantidades de fósforo na camada 0-20 e 20-40 cm mantiveram-se em teores considerados muito baixos desde a implantação do experimento de acordo com o GPACC (1994). Nestes dois anos não verificaram-se aumentos em seus níveis, embora os tratamentos tenham recebido na época do plantio 40 Kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato simples. O tratamento BQ também foi adubado com os mesmos 40 Kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato simples em cobertura. Os níveis de potássio no solo nas duas camadas avaliadas para todos os tratamentos repetiram o mesmo comportamento do fósforo permanecendo seus níveis em classes consideradas muito baixas durante os anos de avaliação. Estes baixos níveis de P e K, nas entrelinhas são características do solo em questão, Neossolo Quartzarênico, aliado com a não correção destes elementos em área total, justificado por custos muito altos para esta fertilização. Espera-se que ao longo dos anos, com a utilização dos adubos verdes, este efeito corretivo possa ser atingido, embora Neves e Dechen (2001) não encontraram alterações nos teores de nutrientes em duas profundidades nas entrelinhas da cultura, após dez anos de experimentação.

Há indicações de uma relação Ca/Mg no solo considerada normal para a cultura dos citros, ao redor de 4/1 de acordo com VITTI et al. (1996), como já comentada anteriormente, a qual não foi atingida em nenhum dos tratamentos; o valor médio dessa relação situou-se ao redor de 1,46/1, em função principalmente da utilização de calcário dolomítico por ocasião da calagem. Os níveis de Ca na camada 20 a 40 cm não devem ser menores que  $5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  o que não ocorreu com nenhum tratamento.

O Mg está dentro dos níveis considerados adequados pela cultura que correspondem a 4 a  $8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para todos os tratamentos considerando as camadas 0 a 20 e 20 a 40 cm respectivamente.

A porcentagem de saturação em bases (V%) é considerada média (51-70%) para os tratamentos LL e BQ, baixa (26-50%) para FP e GA respectivamente no primeiro ano. No segundo ano V% é considerada classe média para os tratamentos BQ e GA; o FP continua sendo classe baixa e o tratamento LL passa para esta classificação.

Os níveis de B e Zn são considerados baixos e o de Cu médio para todos os tratamentos no decorrer do experimento.

Com relação ao Mn, seus teores se mantiveram em níveis médios ao longo dos dois anos de avaliação, lembrando que seu teor na AQI era baixo.

É muito importante observar que o solo da propriedade apresenta textura arenosa (Tabela 1), excessivamente drenado, com ausência ou muito baixa concentração de materiais decomponíveis, possuindo uma baixa porcentagem de bases trocáveis e saturação, segundo Vieira & Vieira (1983), e a discussão aqui refere-se às entrelinhas da cultura cítrica, local onde normalmente recebe aplicação de calcário e quase nada de fertilizantes NPK e micronutrientes, portanto, comprovando desta forma os baixos níveis de nutrientes expostos nos Tabelas 14 e 15.

Para verificar todos os benefícios químicos dos adubos verdes citados por Von Osterroht (2002), como por exemplo o aumento do teor da matéria orgânica, resgate de nutrientes, entre outros, seria necessário conduzir este experimento por um período mais longo.

Tabela 14 - Resultados das análises químicas de solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm nas entrelinhas da cultura após o primeiro e segundo anos de experimentação.

Ano	Tratamento	Profund. (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	M. O. g dm <sup>-3</sup>	P resina mg dm <sup>-3</sup>	H + Al -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %
1	FP	0 - 20	5,2	14	4	18	0,3	10	7	17	35	48
		20-40	5,2	14	3	18	0,2	7	6	13	31	42
1	GA	0 - 20	5,2	14	2	17	0,2	10	7	17	34	49
		20-40	5,2	13	2	16	0,2	11	7	18	33	54
1	LL	0 - 20	5,2	12	2	16	0,2	10	7	16	32	51
		20-40	5,2	12	2	16	0,3	10	8	18	33	53
1	BQ	0 - 20	5,4	13	2	15	0,2	11	8	19	34	56
		20-40	5,4	12	3	15	0,2	10	7	17	31	53
2	FP	0 - 20	5,2	10	3	16	0,1	9	7	15	32	49
		20-40	5,5	8	3	14	1,0	13	8	22	36	61
2	GA	0 - 20	5,4	11	3	15	0,1	10	8	18	33	55
		20-40	5,5	9	3	15	0,3	11	8	20	34	57
2	LL	0 - 20	5,3	9	3	16	0,1	9	6	16	32	49
		20-40	5,4	9	5	15	0,6	10	8	19	33	56
2	BQ	0 - 20	5,5	11	4	14	0,1	10	6	17	31	55
		20-40	5,5	9	4	14	0,7	15	7	23	37	62

Tabela 15 - Teores de micronutrientes no solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm nas entrelinhas da cultura após o primeiro e segundo anos de experimentação.

Ano	Tratamento	Profund. (cm)	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
			B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	FP	0 - 20	0,14	0,3	35	2,1	0,4
		20-40	0,17	0,6	35	1,9	0,4
1	GA	0 - 20	0,11	0,5	34	2,1	0,2
		20-40	0,08	0,5	31	1,8	0,3
1	LL	0 - 20	0,13	0,4	32	1,9	0,5
		20-40	0,06	0,4	35	2,1	0,4
1	BQ	0 - 20	0,07	0,4	32	2,1	0,2
		20-40	0,08	0,4	31	2,1	0,3
2	FP	0 - 20	0,12	0,7	44	1,5	0,5
		20-40	0,11	0,5	34	1,1	0,6
2	GA	0 - 20	0,10	0,7	39	1,4	0,5
		20-40	0,13	0,6	30	1,0	0,6
2	LL	0 - 20	0,14	0,6	49	1,5	0,4
		20-40	0,11	0,5	30	1,0	0,5
2	BQ	0 - 20	0,13	0,7	34	1,7	0,4
		20-40	0,12	1,0	36	1,2	0,6

### 6.3 Diagnose foliar

Os resultados das análises químicas foliares após a aplicação dos tratamentos estão nos Tabelas 16 e 17. De acordo com as faixas de teores adequados sugeridos por GPACC (1994) observa-se que os teores de potássio e zinco encontram-se abaixo do limite mínimo, indicando condições de deficiência incipiente, os teores de manganês no primeiro ano se mantêm nos tratamentos GA e LL em deficiência, enquanto os teores de cobre estão em níveis excessivos na maioria dos tratamentos; os demais nutrientes estão dentro dos limites considerados adequados.

Com relação ao potássio, estes resultados estão de acordo com aqueles referentes aos teores deste nutriente no solo (Tabela 12), nas amostras coletadas ao longo da experimentação. Provavelmente esta deficiência claramente indicada tanto na análise química de solo como na análise química de planta é resultado da utilização de uma fórmula N-K em uma relação 2 para 1, portanto não suprindo toda a necessidade de potássio que a cultura demanda.

Embora os teores de zinco do solo (Tabela 13) se encontrem dentro da faixa adequada, de acordo com a interpretação de GPACC (1994), a análise foliar mostrou deficiência, sugerindo que a aplicação via foliar desse micronutriente não foi eficiente para atender as necessidades da planta.

A recuperação dos teores foliares de manganês logo no segundo ano de avaliação pode ser resultado das pulverizações com este micronutriente.

O excesso de cobre no tecido foliar pode ser atribuído ao tratamento fitossanitário à base de cobre, utilizado no controle da verrugose.

Os dados analíticos foram submetidos ao DRIS, sistema de interpretação de resultados de análises de folhas que se baseia no uso de relações entre nutrientes e que tem por unidade de trabalho parâmetros conhecidos como índices nutricionais, que são determinados por equações matemáticas tendo por base padrões pré fixados, os quais são utilizados no conhecimento de uma nova análise foliar. Os resultados encontrados na aplicação do DRIS para muitas culturas têm sido na maioria das vezes mais eficientes que os obtidos através do método tradicional. Dessa forma procurou-se neste trabalho realizar-se a interpretação dos resultados foliares para os diferentes tratamentos em questão, utilizando-se o método DRIS para a cultura da laranja conforme normas desenvolvidas por Creste (1996). Os Tabelas 18 e 19 apresentam a interpretação dos resultados foliares obtidos pelo método DRIS.

Para o nitrogênio e fósforo, de uma maneira geral, estes nutrientes supriram as necessidades da cultura. Observando seus teores em todos os tratamentos (Tabela 18 e 19) não se notam variações significativas. O que pode ser observado é uma deficiência relativa um pouco superior quando compara-se o primeiro com o segundo ano de avaliação.

Em relação ao potássio, este foi um dos nutrientes mais limitantes, aparecendo em todos os tratamentos deficientes, não atendendo a demanda da cultura, e confirmando os resultados deficientes na análise química de solo. Provavelmente, como já discutido anteriormente, esta deficiência pode ser resultado da utilização de uma fórmula com relação N-K 2 para 1.

Do ponto de vista nutricional todos os tratamentos apresentaram teores de cálcio próximo do equilíbrio, mostrando no entanto um ligeiro excesso relativo.

Para o magnésio, todos os tratamentos mostraram condição de excesso relativo, compatíveis com a interpretação de Quaggio et al. (1996) e corroborando os relatos de Vitti et al. (1996), que sugere relação Ca/Mg no solo de 4/1 para a cultura dos citros. Há que ser evidenciado que os resultados de análise de solo (Tabela 12) indicam relações Ca/Mg médias ao redor de 1,4/1, sugerindo excesso de magnésio em relação à cálcio. Sugere-se que este desequilíbrio nutricional seja decorrente da aplicação de calcário dolomítico durante a condução do ensaio.

Os tratamentos mostraram um excesso relativo de enxofre, que pode ser explicado pela utilização intensa de acaricidas a base deste nutriente.

Em relação ao boro, observam-se dois extremos muito interessantes. No primeiro ano é bastante nítida a deficiência relativa deste nutriente. Já no segundo ano do ensaio, ele se mostra em excesso relativo, embora não tenha sido aplicado via solo, situação que pode ser explicada pelo efeito dos adubos verdes na extração e mobilização de micronutrientes das camadas mais profundas do solo e subsolo de acordo com Von Osterroht (2002).

Todos os tratamentos mostraram uma tendência ao excesso relativo de cobre no primeiro ano, e que no segundo ano tornou uma leve deficiência relativa. Voltando aos teores de micronutrientes no solo (Tabela 13) pode-se observar que no primeiro ano seus níveis são considerados médios e altos, mantendo-se na mesma classe de teores no segundo ano, embora tenham sofrido pequenas reduções o que não modificou sua classificação mas reduziu seus teores no solo. Este fato pode explicar a deficiência relativa deste nutriente embora ele tenha sido aplicado via foliar.

Para o ferro os índices obtidos indicam estarem próximos do adequado.

Como já discutido anteriormente, o manganês apresentou uma deficiência intensa no primeiro ano, sendo amenizada posteriormente, talvez pela eficiência das adubações foliares utilizadas.

O zinco mostrou deficiência relativa, sendo este outro principal elemento diagnosticado como deficiente, mostrando a necessidade de ações específicas e imediatas, como aumento de dose, troca de formulações ou aumento do número de aplicações.

De forma generalizada nos Tabelas 18 e 19 observa-se, apoiado nos menores valores dos índices nutricionais (IBN) obtidos através do DRIS, que os tratamentos que apresentaram a melhor relação nutricional no primeiro ano são FP, BQ, GA e LL e no segundo ano são LL, GA FP e BQ. Pode-se fazer referência que logo no segundo ano de utilização das leguminosas, estas conseguem imprimir uma relação nutricional mais adequada. O índice de balanço nutricional (IBN), é obtido da somatória dos valores absolutos de todos os índices nutricionais para cada tratamento. Quanto menor for o seu valor, melhor é a situação nutricional encontrada, de acordo com Creste (2000).

O índice de matéria seca (IMS) não se apresentou mais negativo que os elementos, portanto indicando que os desequilíbrios encontrados sejam estes por excesso ou deficiência são de ordem nutricional.

Tabela 16 - Resultados das análises químicas foliares após a aplicação dos tratamentos no primeiro ano de experimentação.

TRATAMENTOS	g kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>						
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
FP	24	1,3	8	37	4	3	61	39	117	35	29
GA	23	1,2	8	39	4	3	57	45	123	33	27
LL	25	1,2	9	38	5	3	54	32	115	33	25
BQ	24	1,2	9	38	4	3	56	36	117	35	27

Tabela 17 - Resultados das análises químicas foliares após a aplicação dos tratamentos no segundo ano de experimentação.

TRATAMENTOS	g kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>						
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
FP	24	1,1	9	40	5	3	92	15	137	50	29
GA	23	1,2	9	41	5	3	91	18	147	51	29
LL	24	1,2	10	39	5	3	95	17	146	49	27
BQ	23	1,2	9	40	5	3	96	15	139	50	27

Tabela 18 - Diagnose foliar através do DRIS para o primeiro ano de experimentação.

TRATAMENTOS	I <sub>N</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>K</sub>	I <sub>Ca</sub>	I <sub>Mg</sub>	I <sub>S</sub>	I <sub>B</sub>	I <sub>Cu</sub>	I <sub>Fe</sub>	I <sub>Mn</sub>	I <sub>Zn</sub>	I <sub>MS</sub>	I.B.N.
FP	-0,1	0,1	-1,5	0,6	0,8	1,1	-0,3	0,5	0,0	-0,9	-1,0	0,5	7,5
GA	-0,3	-0,2	-1,4	0,9	0,9	1,2	-0,5	0,7	0,2	-1,0	-1,1	0,5	8,8
LL	0,0	-0,3	-1,1	0,7	1,7	1,2	-0,6	0,4	-0,1	-1,0	-1,3	0,4	8,9
BQ	-0,1	-0,2	-1,0	0,7	0,8	1,2	-0,5	0,5	0,0	-0,9	-1,1	0,5	7,6

Tabela 19 - Diagnose foliar através do DRIS para o segundo ano de experimentação.

TRATAMENTOS	I <sub>N</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>K</sub>	I <sub>Ca</sub>	I <sub>Mg</sub>	I <sub>S</sub>	I <sub>B</sub>	I <sub>Cu</sub>	I <sub>Fe</sub>	I <sub>Mn</sub>	I <sub>Zn</sub>	I <sub>MS</sub>	I.B.N.
FP	-0,5	-0,9	-1,2	0,7	1,6	0,8	0,8	-0,5	0,3	-0,3	-1,2	0,3	9,0
GA	-0,8	-0,6	-1,3	0,7	1,5	0,7	0,7	-0,3	0,5	-0,2	-1,2	0,3	8,9
LL	-0,6	-0,6	-0,9	0,5	1,4	0,7	0,9	-0,4	0,5	-0,3	-1,4	0,3	8,5
BQ	-0,7	-0,5	-1,2	0,7	1,5	0,8	1,0	-0,5	0,4	-0,3	-1,4	0,3	9,3

#### **6.4 Avaliação da circunferência do tronco, volume da copa e índice relativo de clorofila**

O tratamento LL proporcionou uma maior circunferência do tronco, diferenciando estatisticamente dos outros tratamentos. O FP também foi superior a GA e BQ, conforme dados apresentados no Tabela 20. A evolução da circunferência do tronco para os diferentes tratamentos mostra uma tendência de crescimento nos meses de março a julho seguida de uma estabilização no desenvolvimento desta característica até o mês de janeiro e repetindo esta mesma tendência no segundo ano de ensaio (Figura 2). Sugere-se que esta condição de menor desenvolvimento da circunferência do tronco a partir do mês de agosto até janeiro do ano subsequente está ligada à ocorrência de florada inicialmente e desenvolvimento dos frutos posteriormente, implicando em um direcionamento das reservas da planta para garantir um efetivo pegamento de florada e crescimento dos frutos. O repouso da planta devido à paralisação da vegetação, seja por frio ou seca, resulta no acúmulo de reservas pelas plantas que são rapidamente consumidas durante a florada no desenvolvimento das estruturas reprodutivas. Estes fatos podem explicar a paralisação do crescimento das plantas ocorridos neste ensaio.

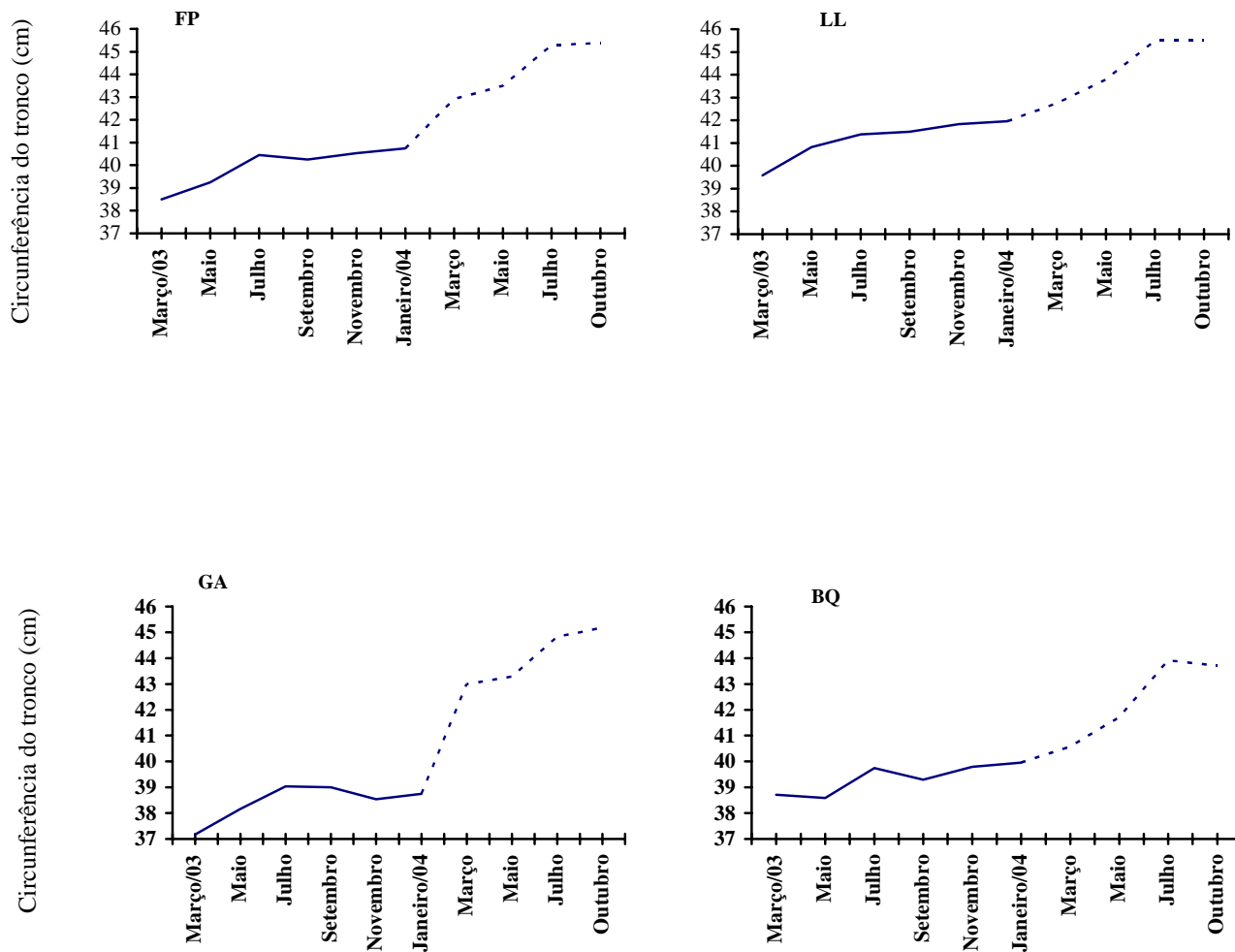
Para o volume de copa não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos, mas ficou muito claro um maior crescimento vegetativo nos meses de março a maio, época em que ocorreram chuvas significativas (Figura 1), aliada às altas temperaturas e às adubações. Do mês de maio até próximo a época de colheita ocorre uma diminuição do volume de copa, provavelmente ocasionado pelo aumento do peso dos frutos. Quando estes são colhidos, iniciam-se as chuvas, altas temperaturas e adubações, resultando desta forma uma retomada no crescimento vegetativo das plantas.

Tabela 20 – Resultado das médias de circunferência de tronco, volume de copa e índice relativo de clorofila nas folhas submetidas a diferentes adubos verdes. Botucatu/SP. 2005.

Tratamentos	Circ. tronco (cm)	Volume copa (m <sup>3</sup> )	Índice relativo de clorofila (índice SPAD)
FP	41,7b	14,3a	74,5a
GA	40,7c	14,1a	75,2a
LL	42,5a	14,8a	75,3a
BQ	40,6c	14,4a	74,2a
CV	16,02	3,41	1,25
DMS	0,807	0,610	1,1

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Com relação ao índice relativo de clorofila (Figura 4), os resultados para estes dois anos de trabalho não revelaram informações conclusivas, pois a variação dos valores para os diferentes tratamentos foi muito pequena, de acordo com o Tabela 20. É notável uma diminuição no índice relativo de clorofila nas folhas logo após a florada, chegando ao seu menor valor no mês de setembro, indicando uma possível translocação de nitrogênio das folhas para os frutos novos. Com a retomada das adubações também fica muito claro o aumento do índice relativo de clorofila nas folhas decorrentes das fertilizações nitrogenadas. Este se estabiliza e mantém constante nas folhas até a próxima florada, quando é novamente direcionado aos frutos. Esta situação está ligada à redistribuição do nitrogênio acumulado nas folhas para os frutos para sustentar o florescimento e desenvolvimento inicial do fruto, implicando em menor índice relativo de clorofila nas folhas (GRASSI FILHO, 1997).

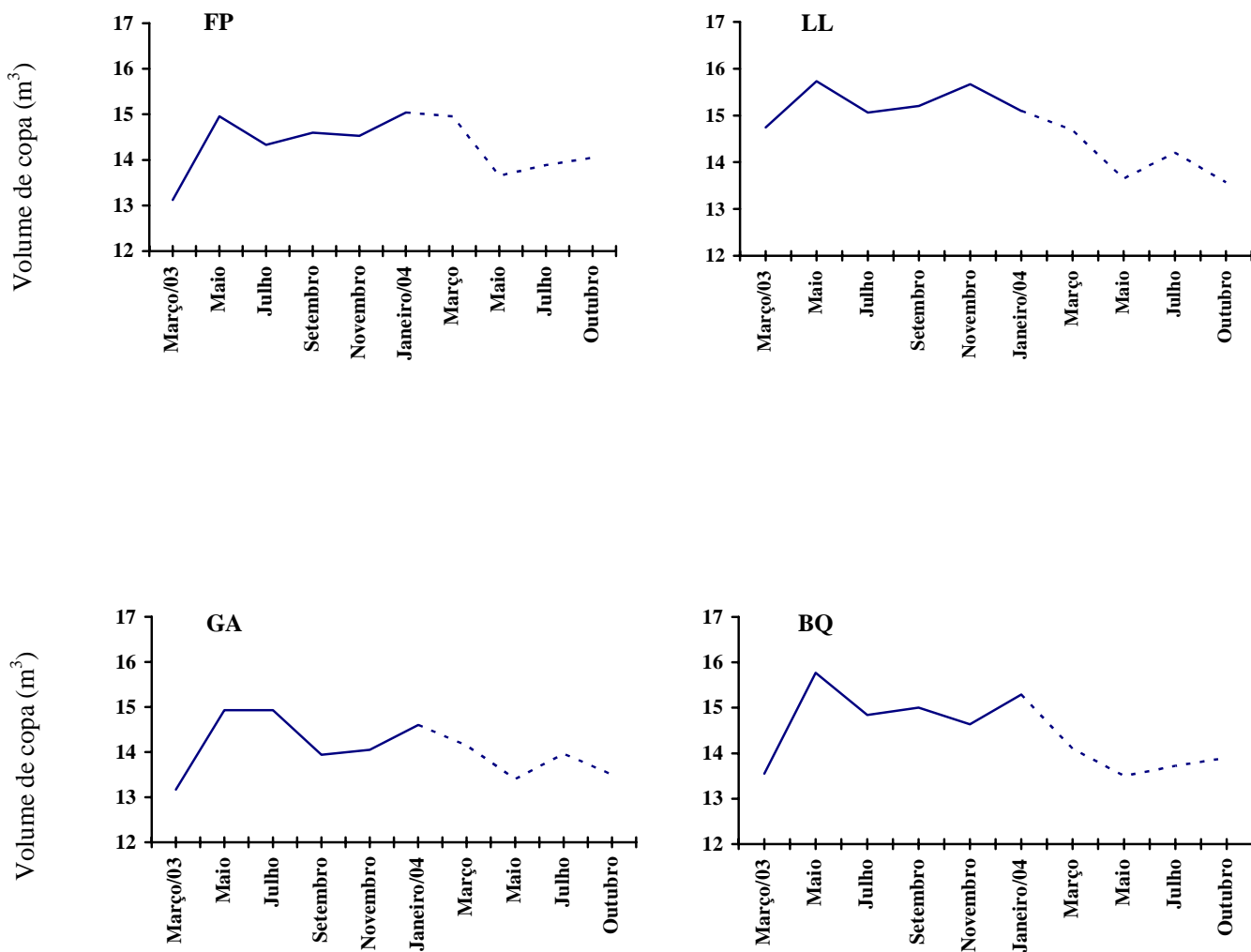


Legenda:

— 1º Ano de Experimento-2003

---- 2º Ano de Experimento-2004

Figura 2 - Evolução da circunferência do tronco de árvores de Laranjeira 'Pêra' submetidas a diferentes tratamentos. Botucatu/SP. 2005.



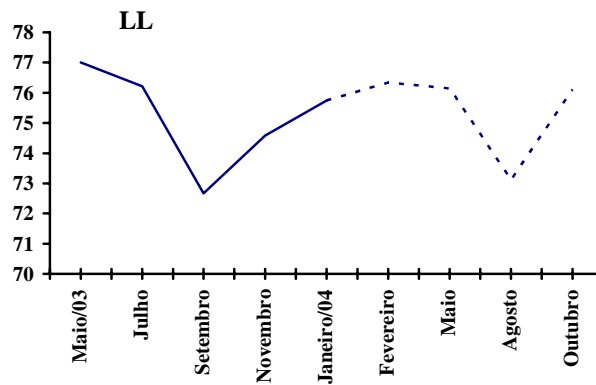
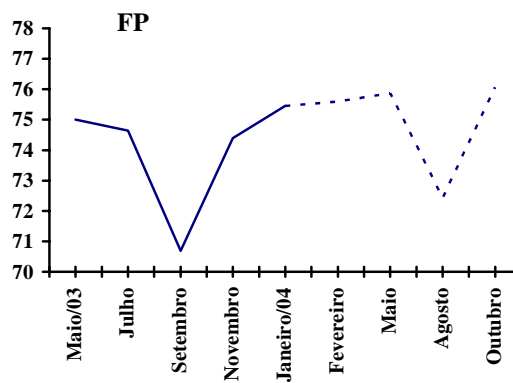
Legenda:

— 1º Ano de Experimento-2003

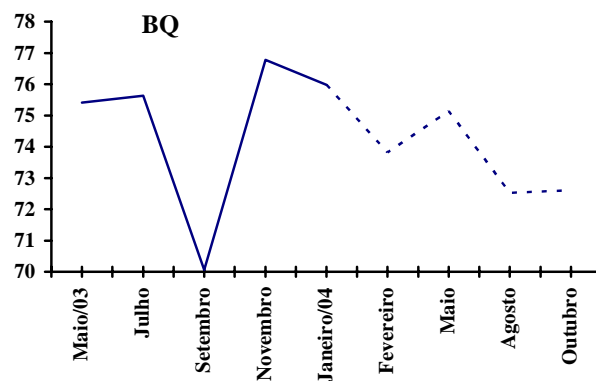
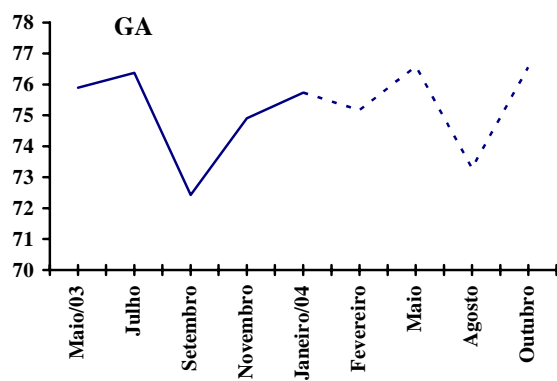
---- 2º Ano de Experimento-2004

Figura 3 - Evolução do volume da copa de árvores de Laranjeira 'Pêra' submetidas a diferentes tratamentos. Botucatu/SP. 2005.

Índice relativo de clorofila (índice Spad)



Índice relativo de clorofila (índice Spad)



Legenda:

— 1º Ano de Experimento-2003

---- 2º Ano de Experimento-2004

Figura 4 - Evolução do índice relativo de clorofila de árvores de Laranjeira 'Pêra' submetidas a diferentes tratamentos. Botucatu/SP. 2005.

## 6.5 Características da qualidade dos frutos

### 6.5.1 Acidez total, sólidos solúveis, ratio e rendimento de suco

Os resultados referentes às características de qualidade dos frutos são apresentados nos Tabelas 21 a 25.

Tabela 21 – Resultados das médias de acidez total em gramas de ácido cítrico / 100 gramas de polpa em três diferentes épocas de colheita submetidas a quatro diferentes tratamentos.

Épocas	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
20/09/2003	0,73Aa	0,74Aa	0,70Aa	0,73Aa
28/10/2003	0,97Ab	0,93ABb	0,87Bb	0,88Bb
01/11/2004	0,68Aa	0,64Ac	0,61Ac	0,67Aa
CV = 8,48%	DMS Trat.= 0,098	DMS Épocas = 0,089		

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Tabela 22 – Resultados das médias de sólidos solúveis em °brix em três diferentes épocas de colheita submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Épocas	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
20/09/2003	10,2Aa	10,3Aab	9,8Aa	10,6Aa
28/10/2003	12,4Ab	11,7Aa	11,8Ab	11,9Ab
01/11/2004	10,4Aa	9,8Ab	9,7Aa	10,6Aa
CV = 8,23%	DMS Trat.= 1,35	DMS Épocas = 1,23		

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Tabela 23 – Resultados das médias de sólidos solúveis em Kg por caixa de 40,8 Kg em três diferentes épocas de colheita submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Época	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
20/09/2003	2,3Aab	2,4Aa	2,3Aab	2,5Aa
28/10/2003	2,5Ab	2,4Aa	2,5Ab	2,5Aa
01/11/2004	2,1Aa	2,1Ab	2,0Aa	2,2Ab
CV = 9,00%      DMS Trat.= 0,317      DMS Épocas = 0,288				

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Tabela 24 – Resultados das médias do ratio em três diferentes épocas de colheita submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Épocas	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
20/09/2003	14,0Aa	14,0Aa	14,0Aa	14,7Aa
28/10/2003	12,8Ab	12,6Ab	13,6Aa	13,7Aa
01/11/2004	15,5Ac	15,5Ac	16,0Ab	16,1Ab
CV = 5,94%      DMS Trat.= 1,3      DMS Épocas = 1,185				

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Tabela 25 – Resultados das médias de rendimento de suco em porcentagem em três diferentes épocas de colheita submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Época	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
20/09/2003	56,2Aa	57,6Aa	57,1Aa	57,6Aa
28/10/2003	49,6Ab	50,2Ab	51,1Ab	50,5Ab
01/11/2004	50,3Ab	51,4Ab	49,7Ab	50,5Ab
CV = 3,45%      DMS Trat.= 2,8      DMS Épocas = 2,524				

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Os resultados apresentados nos Tabelas 21 a 25 evidenciaram não haver diferenças significativas entre as épocas de colheita avaliadas, exceto quando se compara a acidez total dos tratamentos GA, LL e BQ com o FP na segunda época de colheita. Este fato permite constatar que os frutos foram colhidos dentro dos critérios de colheita aceitáveis pela indústria.

Resultados entre os diferentes tratamentos avaliados talvez pudessem indicar a possibilidade da interferência da utilização dos diferentes adubos verdes, adiantando ou atrasando a maturação dos frutos. Segundo diagnose visual realizada pelo autor, não foi possível identificar diferença de maturação dos frutos, quando submetidos aos tratamentos avaliados.

No presente trabalho conforme os resultados apresentados no Tabela 24, não se observou diferença significativa entre os tratamentos para o ratio nas diferentes épocas de colheita, fato este desejável, de acordo com o discutido anteriormente. Contudo houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, onde o LL e a BQ (testemunha) apresentaram maiores e melhores valores de ratio tanto na segunda como na terceira colheita.

O Tabela 25 apresenta os resultados do rendimento de suco. Não houve diferença significativa entre os adubos verdes e a testemunha (BQ). Tal fato é bastante interessante, pois permite indicar a utilização dos adubos verdes em substituição a braquiária, sem haver comprometimento da qualidade dos frutos.

O rendimento médio de suco (Tabela 25), não diferiu estatisticamente entre as diferentes épocas de colheita, submetidos aos quatro tratamentos, mas diferiu dentro dos próprios tratamentos quando se comparou a primeira colheita com a segunda e terceira.

Quando se compara a primeira com a segunda colheita pode-se afirmar que ocorreu diferença estatística pois se comparou um fruto de primeira safra com um fruto temporão. Quando se compara a primeira com a terceira safra, ambas são principais e o rendimento de suco dos frutos da primeira época de colheita são superiores para os quatro tratamentos. Isto pode ser explicado pelo maior peso de frutos da primeira época de colheita. A porcentagem de suco e o ratio obtidos conferem boas características aos frutos, pois Figueiredo (1991) afirma que o suco da laranja 'Pêra' representa 52% do peso do fruto e os teores médios de ratio 12,5%. Estas qualidades permitem que o destino dos frutos possa ser tanto o mercado de fruta fresca como a indústria de suco.

## 6.6 Número, peso de frutos e produtividade

O número médio de frutos por caixa de 40,8 Kg (Tabela 26) diferiu significativamente entre as diferentes épocas de colheita. Dentro dos tratamentos FP e LL o número de frutos por caixa diferiu significativamente quando se comparou a primeira e terceira época de colheita com a segunda, indicativo este que os frutos por serem de uma safra temporã são menores, aumentando significativamente sua quantidade por caixa peso.

Para os tratamentos GA e BQ o número médio de frutos por caixa diferenciou significativamente quando ocorreu a comparação entre a primeira e a segunda época de colheita; a terceira época de colheita não diferenciou significativamente das outras.

Tabela 26 – Resultados das médias do número de frutos por caixa, em três diferentes épocas de colheita submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Época	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
20/09/2003	204,2Aa	210,0Aa	204,0Aa	212,3Aa
28/10/2003	263,0Ab	245,0Ab	252,2Ab	246,2Ab
01/11/2004	230,8Aa	231,0Aab	219,0Aa	223,3Aab
CV = 10,8%	DMS Trat.= 37,70	DMS Épocas = 34,28		

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Não houve diferença estatística para o peso médio dos frutos (Tabela 27) entre os diferentes adubos verdes avaliados. Para o FP e LL o peso médio dos frutos diferiu significativamente na primeira e terceira época de colheita quando estas foram comparadas com a segunda. No tratamento GA, o peso médio dos frutos diferiu significativamente na primeira e segunda época de colheita. Embora o peso médio dos frutos tenha apresentado diferença significativa entre a primeira e segunda época de colheita, quando estes foram comparados com a terceira época, não apresentou diferença significativa, repetindo os mesmos resultados do número de frutos por caixa.

Para o tratamento BQ o peso médio dos frutos não apresentou diferença significativa entre as diferentes épocas de colheita.

Tabela 27 - Resultados das médias do peso fresco de frutos em gramas, em três diferentes épocas de colheita submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Época	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
20/09/2003	201,2Aa	195,7Aa	200,8Aa	194,8Aa
28/10/2003	159,1Ab	167,8Ab	162,8Ab	169,8Aa
01/11/2004	178,4Aa	176,8Aab	187,5Aa	182,8Aa

CV = 10,19%      DMS Trat.= 28,22      DMS Épocas = 25,66

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

De acordo com Figueiredo (1991), a produção de laranjeira 'Pêra' atinge média de 250 Kg de frutos por planta. Os frutos têm a forma ovalada, com três a quatro sementes e peso médio de 145 gramas, portanto em termos de peso médio de frutos todos os tratamentos possibilitaram um incremento em peso quando se compara com o peso médio citado por Figueiredo (1991).

Tabela 28 - Resultados das médias de produtividade em Kg / planta, em dois anos de experimentação submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Época	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
2003	79,8Aa	83,9Aa	82,6Aa	81,7Aa
2004	102,2Ab	103,2Ab	103,0Ab	86,5Aa

CV = 21,1%      DMS Trat.= 29,60      DMS Épocas = 22,30

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Tabela 29 – Resultados das médias de produtividade em caixas de 40,8 Kg / planta, em dois anos de experimentação submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Época	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
2003	1,96Aa	2,06Aa	2,02Aa	2,00Aa
2004	2,50Ab	2,53Ab	2,52Ab	2,12Aa

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Tabela 30 – Resultados das médias estimadas de produtividade, considerando estande de 357 plantas/ha em t/ha em dois anos de experimentação submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Época	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
2003	28,49Aa	29,95Aa	29,49Aa	29,17Aa
2004	36,49Ab	36,84Ab	36,77Ab	30,88Aa

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Os resultados dos Tabelas 28, 29 e 30 demonstram não haver diferença significativa de produtividade entre os adubos verdes utilizados quando comparados com a testemunha (BQ). Por outro lado, no segundo ano de experimento essa diferença já pode ser observada, demonstrando que os adubos verdes apresentaram produtividade superior à BQ (testemunha), embora não tenha ocorrido diferença estatística significativa.

Esses resultados bastante promissores, em apenas dois anos de experimento, já permitem indicar a utilização dos adubos verdes nas entrelinhas de laranja 'Pêra', não somente pelo aumento de produtividade, mas também, pelos outros benefícios oriundos da sua utilização, tais como: proteção do solo contra os impactos das chuvas e também da incidência direta dos raios solares; rompimento de camadas adensadas e compactadas ao longo do tempo; aumento do teor de matéria orgânica do solo; incremento da capacidade de infiltração e retenção de água no solo; diminuição da toxicidade do Al e Mn

devido ao aumento de complexificação e elevação do pH; promoção do resgate e da reciclagem de nutrientes de fácil lixiviação; extração e mobilização de nutrientes das camadas mais profundas do solo e subsolo, tais como Ca, Mg, K, P e micronutrientes; extração do fósforo fixado; fixação do N atmosférico de maneira simbiótica pelas leguminosas; inibição da germinação e do crescimento de plantas invasoras, seja por efeitos alelopáticos ou pela simples competição por luz (VON OSTERROHT, 2002).

Acredita-se que com o decorrer dos anos de utilização dos adubos verdes os valores de produtividade possam ser incrementados ainda mais, porém tal fato não pode ser comprovado no presente trabalho, em virtude da limitação do tempo para realização da pesquisa.

Considerando tais resultados pela visão do produtor, o aumento de produção é expressivo, isto é, 137,4, 146,1 e 144,4 caixas de 40,8 Kg respectivamente para FP, GA e LL a mais que a BQ, refletindo num ganho considerável em termos financeiros para o produtor dentro de uma atividade agrícola.

### **6.7 Matéria seca dos adubos verdes**

Os Tabelas 31 e 32 apresentam respectivamente os resultados das médias de matéria seca em porcentagem e do teor de macro e micronutrientes em dois anos, contidos nos adubos verdes e na testemunha. No Tabela 31 observa-se haver diferença significativa entre os tratamentos mostrando que o GA apresentou um maior teor de matéria seca (34,3%).

Para o segundo ano o mesmo diferiu estatisticamente do FP e do LL, porém igualou-se à BQ. Estes resultados indicam a maior produção de biomassa no GA.

Com relação aos teores de nutrientes contidos nos adubos verdes e na testemunha (BQ) (Tabela 32), observa-se que os mesmos apresentam maior teor de N, Ca, B, Fe e Zn quando comparados com a BQ, concordando com os relatos de (Neme, 1966, Azeredo e Manhães 1983, Abboud 1986, Muzilli 1986, Harricharan e Morris 1988 citados por WEBER e PASSOS, 1991).

O tratamento testemunha (BQ) apresentou valores inferiores aos apresentados pelas leguminosas também confirmando os resultados de (Neme 1966, Weber et

al. 1990 citados por WEBER e PASSOS, 1991), que relatam que a braquiária, entre outras gramíneas naturais dos pomares de citros apresentam teores de nutrientes menores quando se compara às leguminosas.

Pode-se sugerir que o aumento de produção dos tratamentos que utilizaram os adubos verdes, embora não significativos estatisticamente, foi resultado de uma decomposição desta matéria orgânica muito mais rica em nutrientes quando comparada com a testemunha (BQ), pois todo este material vegetal foi roçado e direcionado para as linhas da laranjeira.

Tomando-se como base a discussão e os resultados apresentados além da experiência prática do autor, indica-se o guandu anão como adubo verde a ser utilizado nas entrelinhas de laranjeira ‘Pêra’ por apresentar qualidades adicionais como facilidade de semeadura, adaptabilidade a solos de baixa fertilidade, solos estes onde estão implantados grande parte da citricultura paulista segundo estudo de Demattê e Vitti (1992) e pelo menor custo das sementes em relação aos outros adubos verdes avaliados.

Tabela 31 – Resultados das médias de matéria seca em porcentagem em dois anos de condução do experimento submetidos a quatro diferentes tratamentos.

Época	Tratamentos			
	FP	GA	LL	BQ
2003	25,7Aa	34,3Ba	21,7Aa	18,6Aa
2004	19,8Ab	32,0Ba	22,9Aa	27,2ABb

CV = 22,2%      DMS Trat.= 8,7      DMS Épocas = 6,57

Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Maiúscula= tratamentos; Minúscula= épocas de colheita.

Tabela 32 - Resultados médios de macro e micronutrientes em dois anos de condução do experimento contidos em quatro diferentes tratamentos.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/Kg							mg/Kg			
FP	27	1,9	8	13	6	2	26	7	289	33	25
GA	21	1,7	7	6	4	2	24	9	364	30	26
LL	22	2	8	12	6	2	33	8	625	53	40
BQ	13	2	12	5	7	2	12	6	225	34	21

### 6.8 Alguns dados econômicos sobre os adubos verdes

Os valores dos insumos apresentados no Tabela 33 foram baseados nos preços da Coopercitrus de Limeira e na Piraí Sementes de Piracicaba. Os valores operacionais foram estimados em preços de aluguel de máquinas correntes no município de Botucatu/SP.

Tabela 33 – Custos para implantação dos três adubos verdes durante dois anos de experimento.

Operação	R\$/ha (1ºano)	R\$/ha (2º ano)	Sub-total (R\$/ha)
Ceifa da Bráquiária	22,86	22,86	45,72
Desseca	17,14	17,14	34,28
Semeadura	17,14	17,14	34,28
Ceifa dos Adubos verdes	22,86	22,86	45,72
			160,00
Produtos	R\$/ha (1ºano)	R\$/ha (2º ano)	Sub-total (R\$/ha)
Glifosato (Roundup)	10,29	10,29	20,58
Superfosfato Simples Granulado	38,00	38,00	76,00
Semente FP	77,40	77,40	154,80
			251,38
Glifosato (Roundup)	10,29	10,29	20,58
Superfosfato Simples Granulado	38,00	38,00	76,00
Semente GA	32,25	32,25	64,50
			161,08
Glifosato (Roundup)	10,29	10,29	20,58
Superfosfato Simples Granulado	38,00	38,00	76,00
Semente LL	64,50	64,50	129,00
			225,58
Adubos verdes	Operacional	Insumos	Total (R\$/ha)
Feijão de Porco	160,00	251,38	411,38
Guandu Anão	160,00	161,08	321,08
Labe-Labe	160,00	225,58	385,58

A testemunha (BQ) foi somente cifada três vezes ao ano e aplicado o superfosfato simples, portanto em dois anos o custo para estas operações foi de R\$ 213,16.

Tabela 34 – Comparativo da relação custo benefício entre os adubos verdes e a testemunha (BQ).

Tratamentos	Caixas/planta 2003	Caixas/planta 2004	Plantas/ha	Total caixas/ha 2003 e 2004	Receita Bruta/ha (US\$)	Custo/ha dos adubos verdes e da braquiária 2003 e 2004 (US\$)	Resultado Financeiro (US\$)
FP	1,96	2,50	357	1592,22	5095,104	184,48	4910,62
GA	2,06	2,53	357	1638,63	5243,616	143,98	5099,64
LL	2,02	2,52	357	1620,78	5186,496	172,90	5013,60
BQ	2,00	2,12	357	1470,84	4706,688	95,59	4611,10

Dólar equivalente a R\$ 2,23-30/09/2005-Fonte: Folha On Line

Preço caixa de laranja: US\$ 3,20

## 7 CONCLUSÕES

O diagnóstico nutricional elaborado através do DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação) demonstrou que no segundo ano de experimentação, houve um melhor índice de balanço nutricional para os adubos verdes, quando comparados com a braquiária brizanta (*Brachiaria brizantha* Hochst ex A. Rich. Stapf) (testemunha). Esta constatação permite inferir sobre a disponibilidade de ao longo do tempo, os adubos verdes permitirem um melhor equilíbrio nutricional para a cultura, embora os teores de macro e micronutrientes no solo apresentarem uma ligeira redução do primeiro para o segundo ano de experimento;

Embora não tenha ocorrido diferença estatística significativa, os adubos verdes apresentaram, no segundo ano de experimentação, produtividades superiores ao tratamento testemunha (*Brachiaria brizantha* Hochst ex A. Rich. Stapf);

Dentre os adubos verdes o feijão guandu anão (*Cajanus cajan* L. Millsp) destacou-se por possuir qualidades adicionais, como maior facilidade de semeadura, tolerância a solos de baixa fertilidade e melhor relação custo/benefício. Frente ao exposto recomenda-se o feijão guandu anão (*Cajanus cajan* L. Millsp) como adubo verde a ser utilizado nas entrelinhas da laranjeira 'Pêra' (*Citrus sinensis* Osbeck) sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck).

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSANO, E. J. MURAOKA et al. O papel das leguminosas para a adubação verde em sistemas orgânicos. In: AMBROSANO, E.J.; MURAOKA T.; CERVEIRA, R. **Adubação verde para a agricultura orgânica**. Piracicaba: Degaspari, 2000. p. 17-76.
- ANJOS, J. T.; ROWELL, D. L. Perdas de calcário em solos: efeitos de doses de óxido de cálcio, temperatura e períodos de secagem em colunas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 7, p. 75-81, 1983.
- BEAUFILS, E. R. Pesquisa de uma exploração racional hévea após um diagnóstico fisiológico demorado sobre a análise mineral de diversas partes da planta. **Fertilité**, n. 3, p. 27-38, 1957.
- BEAUFILS, E. R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS); a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition. **Soil Science Bulletin**, v. 1, p. 1-132, 1973.
- BEVERLY, R. B. et al. Nutrient diagnosis of Valência oranges by DRIS. **Journal American Society Horticultural Science**, v. 109, p. 649-54, 1984.
- BRAGA, N. R. Adubação verde para os citros. **Laranja**, v. 1, n. 7, p. 299-307, 1986.
- BÜLL, L. T.; FERNANDES, A. L.; NAKAGAWA, J. Influência da calagem na lixiviação de bases trocáveis em solos da região de Botucatu (SP), avaliada em condições de laboratório. **Científica**, São Paulo, v. 19, p. 37-46, 1991.
- CAMARGO, O. et al. A. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. **Boletim Instituto Agronômico**, Campinas, n. 106, p.1-94, 1986.

- CASTRO, O. M. de; LOMBARDI NETO, F. Manejo e conservação do solo em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13. n. 1, p. 275-305, 1992.
- CERDÁ, A. An evaluation of mineral analysis of 'Verna' lemons by DRIS. **Commun. Soil Science Plant Anal**, v. 26, p. 1697-1707, 1995.
- COCHRAN, W. E.; COX, E. M. **Experimental designs**. Second edition. New York: John Wiley & Sons, 1957. 611p.
- CRESTE, J. E. Diagnose foliar no monitoramento da adubação de citros. In: SIMPÓSIO SOBRE FISIOLOGIA, NUTRIÇÃO, ADUBAÇÃO E MANEJO PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CITROS, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2000. CD-ROM.
- CRESTE, J. E. **Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do limoeiro Siciliano**. 1996. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.
- DEMATTÊ, J. L.; VITTI, G. C. Alguns aspectos relacionados ao manejo de solos para os citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 2., 1992, Bebedouro. **Anais...** Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1992. p. 69-99.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.
- FIGUEIREDO, J. O. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O. et al. **Citricultura Brasileira, 1**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 228-64.
- FONTES, J. L. et al. **Programa estadual de microbacias hidrográficas**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 191 p.
- GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T. Utilização da medida do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 27, p. 1049-1056, 2003.
- GRASSI FILHO, H. **Efeito de três porta-enxertos na composição mineral, época de amostragem e posição da folha em plantas de limoeiro Feminello (Citrus Limon, Burman)**. 1997. 95 f. Tese (Livre Docência/ Solos e Nutrição de Plantas). - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

- GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, p. 1-27, 1994. Edição especial.
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ADUBAÇÃO VERDE, 1, 1983, Rio de Janeiro. **Anais...** Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1984. p. 232-66.
- LETZSCH, W. S.; SUMNER, M.E. Computer program for calculating DRIS índices. **Commun. Soil Science. Plant Anal**, v. 14, p. 811-5, 1983.
- MALAVOLTA, E; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Editora Potafos, 1989. 153 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Editora Potafos, 1998. 319 p.
- MELARATO, M. S. A cobertura vegetal do solo na citricultura. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 5, 1998, Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 203-220.
- MELLO, M. H. de A.; PEDRO JR; M. J.; LOMBARDI NETO, F. Hidrologia, climatologia e agrometeorologia. In: BERTOLINI, D. et al. **Potencialidades agrícolas das terras do Estado de São Paulo**. Campinas: CATI, 1994. p. 1-69.
- MOREIRA, C. S. Manejo do solo em pomar cítrico. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 9. n. 2, p. 423-435, 1988.
- MOURÃO FILHO, F. de A. **Efeito de diferentes porta-enxertos no vigor e produtividade das plantas e nas concentrações de macro e micronutrientes nas folhas de laranjeira Pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. 1989. 189 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1989.
- 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. 167-184, 2001.
- NEVES, C. S. V. J. et al. Influência de sistemas de manejo de solo em pomar de tangerinas Ponkan sobre limão Cravo em um latossolo roxo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 3, p. 367-374, 1998.

- PASSOS, O. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da; COELHO, Y. da S. Manejo de solo em pomar de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2, 1973, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973. v. 1, p. 249-256.
- PEYNADO, A. Devices for observing root growth and caliper tree trunks. **J. Rio Grande Vall. Hort. Soc.**, Welasco, v. 12, p. 61-6, 1958.
- PIRAÍ SEMENTES. Recomendações básicas para adubação verde apropriadas para regiões sudeste, sul e centro-oeste. **Adubação verde**, Piracicaba, 2002.
- POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O. et al. **Citricultura Brasileira**, 2. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 265-76.
- QUAGGIO, J. A.; DECHEN, A. R.; RAIJ, B. Van. Efeitos da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, n. 6, p. 189-94, 1982.
- RAIJ, B. Van.; QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. **Boletim Técnico Instituto Agrônomo**, Campinas, n. 81, p. 1-31, 1983.
- REED, J. B.; HENDRIX JR, C. M.; HENDRIX, D. L. **Quality control manual for citrus processing plants**. Safety Harbour: Intercit, 1986. v. 1, 250 p.
- RODRIGUEZ, M. J.; BESGA, G. S. Derivation and testing of nutrient norms for white clover. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1989, Nice. **Proceedings...** Nice: 1989. p. 53-4.
- RODRIGUEZ, O. Problemas de ervas daninhas em pomares cítricos do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 20, 1969, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Botânica do Brasil, 1969. p. 19-23.
- ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. Efeitos da calagem e gessagem na produção de algodão e na lixiviação de bases em dois latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 8, p. 103-9, 1984.
- ROSSETTI, A. G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de experimentos com arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 4, p. 433-438, 2002.

- SANCHES, A. C. Conservação do solo em pomares cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 5, 1998, Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 167-187.
- SILVA, J. A. A. **ConSORCIAÇÃO DE ADUBOS VERDES NA CULTURA DOS CITROS EM FORMAÇÃO**. 1995. 116 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/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**. Jaboticabal: Funep, 1999. 37 p.
- SOARES FILHO, C. V. **Brachiaria: espécies e variedades recomendadas para diferentes condições**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1996. 21 p.
- SUMNER, M. E. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) as a guide to orchard fertilization. **ASPAC Food and Fertilizer Technology Center**, 21 p, 1986. (Bull nº 231).
- TOLEDO, L. R. O desafio dos pomos de ouro. **Globo rural**, Vinhedo, n. 232, p. 40-48, fev. 2005.
- VIEIRA, L. S.; VIEIRA, M. N. F. **Manual de morfologia e classificação de solos**. 2. São Paulo: Agronômica Ceres, 1983. 331 p.
- VITÓRIA FILHO, R.; DURIGAN, J. C.; CAETANO, A. A. Uso de herbicidas em citros. In: RODRIGUEZ, O. et al. **Citricultura brasileira**, 2. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 493-518.
- VITTI, G. C. et al. Técnicas de utilização de calcário e gesso na cultura dos citros. In: Seminário Internacional de Citros - Nutrição e Adubação, 4., 1996, Bebedouro. **Anais...** Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1996. p. 131-60.
- VON OSTERROHT, M. O que é uma adubação verde: princípios e ações. **Agroecologia Hoje**, n. 14, p. 9-11, mai/jun 2002.
- WALLACE, A. Nitrogen, phosphorus, potassium interaction on Valência orange yields. **J. Plant Nutr.**, v. 13, n. 3/4, p. 357-65, 1990.
- WALWORTH, J. L.; SUMNER, M.E. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). **Advances in soil science**, v. 6, p. 149-88, 1987.

WOODS, D. B.; VILLIERS, J. M. Diagnosing the nutrient status of 'Valência' oranges in Southern Africa. In: International Citrus Congress, 7., 1992, Acireale. **Proceedings...** Acireale: 1992. v. 2, p. 556-9.

WEBER, O. B.; PASSOS, O. S. Adubação verde: aspectos relacionados a citricultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 295-303, out. 1991.

WONG, J. **Disponibilidade de nutrientes e produção de soja nos solos de Mato Grosso do Sul em função da calagem**. 1999. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.