

1210001353



**Desenvolvimento tecnológico para a cultura do Café ( *Coffea arabica* L. ) na região de Ilha Solteira - SP.**

Texto que sistematiza as atividades de pesquisa desenvolvidas pelo candidato e apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista no Campus de Ilha Solteira para obtenção do título de Livre Docente junto ao Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural.

**Enes Furlani Junior**

Ilha Solteira - SP

Janeiro de 2001

**Desenvolvimento tecnológico para a cultura do Café ( *Coffea arabica* L. ) na região de Ilha Solteira - SP.**

Proc. 053/2003 - NPD 018/03

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
INFORMAÇÕES GERAIS	
26.02.03	31.03.03
Ailza	Te. 1353
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Uso Autor R\$10,00	F985d

Texto que sistematiza as atividades de pesquisa desenvolvidas pelo candidato e apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista no Campus de Ilha Solteira para obtenção do título de Livre Docente junto ao Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural.

Co sys - 185618  
sys - 54732

**Enes Furlani Junior**

Ilha Solteira - SP

Janeiro de 2001

50103016 MANEJO E TRATOS CULTURAIS



## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, esposa e demais familiares pela contribuição fundamental para o exercício  
minha vida profissional.

Às docentes com as quais aprendi todo o conhecimento que tenho utilizado em minha vida  
tem proporcionado a minha contínua evolução.

À Universidade Estadual Paulista pela minha formação no nível de graduação e pós-  
graduação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

À todos aqueles que colaboraram para a minha formação e capacitação profissional.

À Deus, por tudo.



## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, esposa e demais familiares pela contribuição fundamental para o exercício da minha vida profissional.

Aos docentes com os quais aprendi todo o conhecimento que tenho utilizado em minha vida e tem propiciado a minha contínua evolução.

À Universidade Estadual Paulista pela minha formação ao nível de graduação e pós-graduação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

À todos aqueles que colaboraram para a minha formação e capacitação profissional.

## RESUMO

O presente texto contém informações sobre as principais atividades de pesquisa desenvolvidas pelo candidato junto à disciplina de Cultura de Plantas Estimulantes e Medicinais do curso de Agronomia na Faculdade de Engenharia da UNESP/Campus de Ilha Solteira. Foram desenvolvidos trabalhos nas áreas de adubação e nutrição, práticas culturais, maturação de frutos e aplicação de etileno e adaptação de cultivares de café na região de Ilha Solteira - SP.

A realização dos trabalhos com café, principalmente com o apoio financeiro da Fundação de amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, propiciaram a obtenção de resultados importantes nas áreas citadas anteriormente e contam com a participação de docentes de outras áreas, técnicos de campo e alunos de Graduação e Pós-graduação. Os experimentos com adubação e nutrição mineral do cafeeiro apresentaram resultados importantes, dentre os quais, pode-se destacar as diferenças entre extratores de zinco no solo, efeitos da saturação por bases sobre teores de nutrientes no solo e nas folhas, além de outras características de solo e planta que foram afetadas.

A aplicação de nitrogênio em níveis crescentes e a sua correlação com teores foliares de clorofila evidenciam a possibilidade de detecção indireta da deficiência de N em cafeeiro. O trabalho com irrigação e espaçamento permitiu inferir que as plantas submetidas à irrigação têm um desenvolvimento superior àquelas que se desenvolveram em um sistema de sequeiro. A utilização de etileno em plantas de cafeeiro propicia uma redução da quantidade de frutos verdes por ocasião da colheita do café. Na região de Ilha Solteira o cultivar Mundo Novo apresentou uma maturação de frutos em um período de tempo inferior àquele observado para o cultivar Catuaí. Em termos de adaptação de cultivares, os dados são preliminares, contudo evidenciam diferenças entre os materiais genéticos utilizados.

A metodologia utilizada mostrou-se adequada para os trabalhos, devendo-se destacar a necessidade de ajuste em algumas avaliações e sistemas de análise estatística. A viabilidade de realização de pesquisas com café na região de Ilha Solteira está diretamente relacionada à disposição de empreender um trabalho sério, recrutamento de estagiários, redação de projetos, tentativa de captação de recursos externos, participação de eventos técnicos e científicos na área, estabelecer contatos técnicos e científicos, divulgação de resultados e formação de uma equipe de trabalho.

3.1.1.	Importância da calagem	06
3.1.2.	Níveis críticos de zinco na planta	07
3.1.3.	Ajuste de via solo com zinco	09
3.1.4.	Aplicação de calcário e níveis de zinco no solo	11
3.1.5.	Projeto desenvolvido	11
3.1.6.	Metodologia empregada	11
3.1.7.	Resultados obtidos	14
3.2.	Nitrogênio e clorofila em café de Ilha	37
3.2.1.	Ajuste de nitrogenada e sua relação com teores foliares de macronutrientes	38
3.2.2.	Projeto desenvolvido	39
3.2.3.	Metodologia empregada	39
3.2.4.	Resultados obtidos para o cultivar Topi	40
3.2.5.	Resultados obtidos para o cultivar Mundo Novo	44
3.2.6.	Resultados obtidos para o cultivar Catuaí	47
4.	Práticas culturais no cultivo do café de Ilha	49
4.1.	Irrigação no café de Ilha	52
4.2.	Equipamento para o cultivo	54
4.3.	Projeto desenvolvido	55
4.4.	Metodologia empregada	61
4.5.	Resultados obtidos	64
5.	Frutos com fisiologia de maturação e aplicação de glicose em frutos dos cultivares Mundo Novo e Catuaí	69
5.1.	Maturação dos frutos e aplicação de glicose	70
5.2.	Projeto desenvolvido	71
5.3.	Metodologia empregada	74
5.4.	Resultados obtidos	75



## ÍNDICE

	Página
1. Objetivos .....	01
2. Introdução.....	02
3. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro .....	04
3.1. Estudos com zinco em cafeeiro .....	04
3.1.1. Importância da calagem.....	06
3.1.2. Níveis críticos de zinco na planta.....	07
3.1.3. Adubação via solo com zinco.....	09
3.1.4. Aplicação de calcário e níveis de zinco no solo .....	11
3.1.5. Projeto desenvolvido .....	11
3.1.6. Metodologia empregada .....	11
3.1.7. Resultados obtidos.....	14
3.2. Nitrogênio e clorofila em cafeeiro.....	37
3.2.1. Adubação nitrogenada e sua relação com teores foliares de macronutrientes .....	38
3.2.2. Projeto desenvolvido .....	39
3.2.3. Metodologia empregada .....	39
3.2.4. Resultados obtidos para o cultivar Tupi .....	40
3.2.5. Resultados obtidos para o cultivar Mundo Novo .....	44
3.2.6. Resultados obtidos para o cultivar Catuaí .....	46
4. Práticas culturais na cultura do cafeeiro .....	49
4.1. Irrigação em cafeeiro.....	49
4.2. Espaçamento para o cafeeiro .....	54
4.3. Projeto desenvolvido .....	61
4.4. Metodologia empregada.....	61
4.5. Resultados obtidos.....	64
5. Estudos com fisiologia da maturação e aplicação de etileno em frutos dos cultivares Mundo Novo e Catuaí .....	69
5.1. Maturação dos frutos e aplicação de etileno .....	70
5.2. Projeto desenvolvido .....	73
5.3. Metodologia empregada .....	74
5.4. Resultados obtidos.....	75



5.4.1. Maturação de frutos.....	75
5.4.2. Aplicação de etileno .....	76
6. Adaptação de cultivares na região de Ilha Solteira - SP.....	80
6.1. Projeto desenvolvido .....	80
6.2. Metodologia empregada .....	81
6.3. Resultados obtidos.....	82
7. Considerações finais.....	92
8. Referências bibliográficas .....	93

## 1. OBJETIVOS

Este texto, apresentado sob a forma de relatório científico, procura mostrar parte do trabalho de pesquisa desenvolvido durante o período de agosto de 1997 até o presente. A pesquisa aqui apresentada, relata assuntos referentes ao desenvolvimento tecnológico da cultura do cafeeiro na região de Ilha Solteira através da redação, instalação e condução de experimentos nas áreas de adubação e nutrição, irrigação e espaçamentos, fisiologia da maturação de frutos e adaptação de cultivares. São apresentados os resultados de alguns experimentos para situar o atual estágio das pesquisas com café na região de Ilha Solteira. Os trabalhos procuraram congregiar esforços de docentes de outras áreas e de alunos de graduação e pós-graduação.

## 2. INTRODUÇÃO

Em agosto de 1997 o candidato ingressou, através de concurso público de títulos e provas, para provimento de uma função docente em RDIDP junto à disciplina de Cultura de plantas Estimulantes e Medicinais do curso de Agronomia da Faculdade de Engenharia pertencente à Universidade Estadual Paulista no Campus de Ilha Solteira. A missão da disciplina pode ser basicamente discriminada nos aspectos de Ensino, Pesquisa e Extensão que compõem a estrutura básica do curso. Desta forma, as aulas teóricas e práticas cumprem o conteúdo da ementa disciplinar, abordando todos os componentes do sistema produtivo do Café. A área de pesquisa com esta cultura na região de Ilha Solteira foi pouco explorada desde a criação do curso de Agronomia em 1981, o que pode ser justificado em parte pela pouca expressão da cultura em uma região basicamente constituída por propriedades voltadas para a pecuária de corte.

Outrossim, a região Noroeste do Estado de São Paulo foi no passado, consolidada pela exploração cafeeira, dando origem à ferrovia Araraquarense e importantes cidades ao longo de suas margens. Como marco histórico da presença do café, pode-se verificar a existência de cidades como Rubinéia (próxima à cidade de Santa Fé do Sul-SP) e Rubiácea (próxima à cidade de Araçatuba-SP) como uma lembrança à família Rubiaceae, a qual pertence o Café. A temperatura média elevada e a existência de períodos de estiagem acentuados colaboram para desestimular o plantio na região, a qual no zoneamento climático de 1984, realizado por Camargo *et al.* foi incluída na região apta para *Coffea canephora* e não apta para *Coffea arabica*. Em 1970, o Dr. Altino Aldo Ortolani, Pesquisador científico do Instituto Agronômico de Campinas, proferiu uma palestra em São José do Rio Preto e profeticamente previu que em dez anos não haveria café na região Noroeste do Estado devido à seca e a ocorrência de nematóides. Previsão

que se realizou, reduzindo significativamente a área de café na região Noroeste, obviamente também, devido à conjuntura econômica da cultura e entrada da cultura do citrus e da cana de açúcar. Com o desenvolvimento tecnológico, foi possível criar uma expectativa de solucionar o problema da seca através de irrigação, um dos pontos fortes da região devido à presença de um grande parque pluvial. Da mesma forma, a técnica de enxertia possibilitou o cultivo do cafeeiro em terras infestadas por nematóides e que em tese não poderiam ser cultivadas com café.

Os trabalhos desenvolvidos com a cultura do café na região de Ilha Solteira tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento de tecnologias que venham a viabilizar a cultura na região ou mesmo apresentar resultados sobre problemas técnicos comuns em diferentes regiões. Nesse sentido a linha de pesquisa com café foi subdividida em sublinhas, as quais são aqui apresentadas na forma de relatório científico contendo os temas estudados desde o ingresso do candidato na FE/UNESP/Campus de Ilha Solteira -SP e com uma resenha bibliográfica dos assuntos, a qual tem o objetivo de situar a importância de cada assunto estudado.

### 3.1. Estudos com o Zinco no Cafeeiro

As áreas de cultivo apresentam como características: baixa fertilidade, alta acidez e presença de toxas (Malavolta & Kloman, 1957), características marcantes das solos da região noroeste do Estado de São Paulo. Tais solos, muito lixiviados, das regiões quentes têm uma riqueza química de macro e micronutrientes do que outros de regiões frias e úmidas (Carmo, 1982). Da mesma forma, segundo Malavolta (1980), a deficiência pode provocar diminuição no crescimento da planta e redução de até 50% da produção. O desequilíbrio causado pela falta de micronutrientes no metabolismo vegetal pode tornar a cultura mais suscetível a doenças, obrigando gastos adicionais com defensivos.

Para a cultura do café, entre os micronutrientes, o zinco tem importância alta, as

### 3. NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO DO CAFEEIRO

A cultura do café adaptou-se muito bem às condições brasileiras de clima e solo, alcançando expansão extraordinária, inclusive nas áreas de cerrado, devido ao menor custo da terra, topografia menos acidentada e condições climáticas mais favoráveis para obtenção de café de melhor qualidade. Os trabalhos desenvolvidos até o momento na área de nutrição mineral de plantas e adubação tem seguido uma sequência de eventos que foram iniciados durante o curso de pós-graduação em Agronomia, o qual, contribuiu para enriquecer os conhecimentos do candidato e propiciar o desenvolvimento de temas relacionados a esta área até o momento. Assim sendo, os temas aqui relatados são relacionados à deficiência de micronutrientes em cafeeiro, com ênfase para o zinco e a possibilidade de detecção indireta da deficiência em nitrogênio através de um medidor portátil de clorofila.

#### 3.1. Estudos com o Zinco em Cafeeiro

As áreas de cerrado apresentam como características: baixa fertilidade, alta acidez e pobreza em bases (Malavolta & Kliemann, 1985), característica marcante dos solos da região noroeste do Estado de São Paulo. Tais solos, muito lixiviados, dessas regiões quentes têm uma menor quantidade de macro e micronutrientes do que em solos de regiões frias e secas (Dennis, 1982). Da mesma forma, segundo Malavolta (1986), a deficiência pode provocar diminuição no crescimento da planta e quebra de até 30 % da produção. O desequilíbrio provocado pela falta de micronutrientes no metabolismo vegetal pode tornar a cultura mais sensível a doenças, obrigando gastos adicionais com defensivos.

Para a cultura do café, entre os micronutrientes, o zinco tem merecido atenção

por ser aquele que, na maioria dos solos, apresenta-se em níveis insuficientes. Deficiências de zinco em cafeeiro tem sido frequentes no estado de São Paulo, e particularmente nos solos primitivamente cobertos com vegetação de cerrado (Laun *et al.*, 1987), que é o caso de Ilha Solteira .

A importância desse micronutriente para a cultura do café pode ser avaliada pelos inúmeros trabalhos realizados com aplicação via solo, a qual apresentou efeitos positivos na produção do cafeeiro bem como através do aumento do teor foliar de zinco com a aplicação de sulfato de zinco via foliar. Devido a utilização crescente de solos de cerrado e o manejo com aplicação superficial de calcário, podem ocorrer problemas de deficiência desse micronutriente e mesmo interações negativas do mesmo com o aumento do pH e saturação por bases que foram abordados nos trabalhos desenvolvidos.

Grande parte da atual cafeicultura brasileira está implantada em solos do cerrado, reconhecidamente de baixa fertilidade, onde o zinco assume enorme importância devido à sua baixa disponibilidade no solo. Lindsay (1972) relatou que, uma função básica do zinco está relacionada ao metabolismo de carboidratos e proteínas, de fosfatos e também na formação de auxinas, RNA e ribossomas. Existem evidências de que o zinco tem influência na permeabilidade de membranas e é estabilizador de metabolismos celulares.

Segundo Thomaziello *et al.* (1979) normalmente os sintomas de deficiência do zinco ocorrem nas partes em crescimento, retardando o desenvolvimento vegetativo, pois os internódios ficam curtos e as folhas pequenas, cloróticas, coriáceas, quebradiças e ásperas ao tato. As nervuras desenvolvem-se mais que o parênquima, ficando salientes, e o tamanho diminuto das folhas e seu agrupamento dão um aspecto típico, chamado roseta. A

frutificação é prejudicada, sendo diminuída e dando frutos muito pequenos. Em condições de acentuada deficiência, a planta apresenta cinturamento e seca de ponteiros.

De acordo com o relato de Favaro *et al.* (1990), embora a absorção de zinco pôr folhas de cafeeiro seja rápida, a sua mobilidade entre esses órgãos é inexistente. Esse fato pode acarretar níveis de deficiência das folhas em expansão, com prejuízos ao crescimento, especialmente em épocas de maior atividade fisiológica. Tal fenômeno é explicado parcialmente pelo relato de Rena *et al.* (1990) que observaram que além de vencer a barreira de natureza lipídica representada pela cutícula e substâncias graxas que a recobrem, a adubação foliar com zinco deve utilizar, além de agentes adesivos, compostos tais como uréia e cloreto de potássio, a fim de aumentar a absorção desse micronutriente.

### 3.1.1. Importância da calagem

Os solos sob "cerrado" caracterizam-se por uma acidez quase generalizada, baixos teores de cálcio e magnésio, elevados teores de alumínio e/ou manganês que trazem malefícios para o desenvolvimento e produção dos cafeeiros ( Rena *et al.* ,1986 ). Existem várias alternativas para "construir" a fertilidade dos solos sob "cerrado", para manter esta fertilidade, fazer uma cafeicultura rentável e aumentar as probabilidades de sucesso da cultura nesta região. A calagem, em doses adequadas, é uma das práticas mais importantes para melhorar as condições de baixa fertilidade natural destes solos. Da mesma forma, Malavolta (1980) afirma que uma das causas da baixa produtividade da cafeicultura no Brasil é a falta de calagem e adubação.

De acordo com Munson (1982), dentre os efeitos da calagem, mencionam-se os seguintes: a) adiciona cálcio e algumas vezes magnésio ao solo e eleva o pH; b) diminui a toxidez de alumínio, ferro e manganês; c) diminui a lixiviação do potássio aplicado; d) diminui a adsorção ou fixação de fósforo; e) diminui a disponibilidade de boro, manganês

e zinco em alguns solos; f) aumenta a atividade microbiana e a liberação de nutrientes, tais como nitrogênio, fósforo e enxofre pela decomposição da matéria orgânica; g) melhora o meio ambiente do solo para bactérias associadas à fixação simbiótica do nitrogênio; h) aumenta as produções das culturas como resultado de um ou mais efeitos anteriormente citados; i) aumenta as cargas dependentes do pH e conseqüentemente, a capacidade de troca de cátions.

Segundo o relato de Garcia (1983) a calagem deve ser feita em área total, adicionando-se calcário na cova, no entanto, existem problemas advindos da utilização inadequada do calcário, principalmente no que diz respeito à deficiência indireta de zinco. Assim sendo, Malavolta *et al.* (1993), enfatizam que as deficiências de zinco normalmente ocorrem em solos pobres e lavados, por excesso de calagem ou aplicações excessivas de fósforo. Da mesma forma, os estudos de Chaves *et al.* (1984) permitiram verificar que aumentando a dose de calcário ocorria uma diminuição do teor foliar de zinco.

A comprovação do efeito da calagem sobre os teores de zinco na planta pode ser observada no relato de Santos (1990), que concluiu que a deficiência de zinco em pH alcalino afeta diretamente a arquitetura da planta cafeeira e através de pulverizações racionais desse micronutriente é possível neutralizar o problema.

### 3.1.2. Níveis críticos de zinco na planta

Ao misturar-se sulfato de zinco e ácido bórico, de acordo com Silva & Franco (1976), houve um aumento no teor de zinco e boro absorvidos, acima do nível limiar.

A presença de alguns sais como NPK-Mg e o MAP, segundo Garcia *et al.* (1980), mostraram efeitos ligeiramente antagônicos a absorção de zinco, no entanto, foram suficientes para suprir as necessidades do cafeeiro.

Em pesquisas realizadas por Franco (1982), foi possível observar que a carência de zinco no cafeeiro não é devido apenas à sua falta no solo. Este autor esclarece que o solo onde a sua deficiência é mais freqüente no estado de São Paulo é o LR, que apresenta teores totais mais elevados (85 a 315 ppm), enquanto nos solos podzolizados de Lins e Marília, com um teor total de Zn de 16 a 30 ppm, a deficiência é menos freqüente. Esclarece ainda que com a perda de matéria orgânica do solo, o zinco torna-se fortemente adsorvido ou fixado pela argila ou complexado com outros minerais do solo, de onde o cafeeiro não consegue absorvê-lo. Assim, a aplicação de zinco só é eficiente na correção do solo para cafeeiro em solos arenosos. Em solos argilosos mais compactos não se obtêm bons resultados aplicando-se junto ao solo devido à forte fixação pelos colóides.

Segundo o relato de Trani *et al.* (1983), o nível crítico de zinco para o café é de 10 ppm na folha, sendo que valores inferiores podem afetar a produção. O zinco, entre os micronutrientes da planta, é aquele que mais tem mostrado deficiência nos solos do estado de São Paulo e de outras regiões do Brasil. É evidente que a exigência a zinco por parte das culturas varia muito, mostrando-se certas plantas mais sensíveis do que outras à falta do referido elemento, como é o caso do cafeeiro (Benevides Filho *et al.*, 1987).

Malavolta *et al.* (1993), concluíram que os teores adequados de zinco nas folhas encontram-se entre 8-16 ppm, abaixo de 4 ppm, indica deficiência e acima de 30 ppm os teores se encontram em excesso, provocando injúrias nas folhas.

No entanto, para Santinato *et al.* (1996), os valores aproximados de adequação de zinco no solo é de 4 a 10 ppm e na folha de 10 a 20 ppm. A sua deficiência pode ser causada por excesso de calagem, adubação nitrogenada, fosfatada, Cu, Fe ou K. Segundo Raij *et al.* (1996), em cafezais deficientes em zinco, deve-se fazer, em novembro e fevereiro pulverizações foliares com o nutriente, em solução contendo 6 g/L de sulfato de zinco. Os mesmos autores enfatizam que para se fazer uma correção do zinco no solo,

deve-se aplicar cerca de 2 kg/ha de Zn, quando o solo apresentar teores baixos (0-0,5 mg/dm<sup>3</sup>), 1 kg/ha de Zn quando o solo apresentar teores médios (0,6-1,2 mg/dm<sup>3</sup>), e quando o solo apresentar teores altos (>1,2 mg/dm<sup>3</sup>) não é necessário aplicar mais Zn.

Amaral & Barros (1997), desenvolveram um estudo onde o material mais utilizado como fonte de zinco via solo para as culturas em geral, foi na forma de óxido, e mostrou-se eficiente para o aumento da produtividade do cafeeiro. Já o sulfato de zinco, em doses ao nível de 4,0 g Zn/cova, foi fitotóxico, reduzindo a produtividade em 10 % no latossolo húmico.

### 3.1.3. Adubação via solo com zinco

Kupper *et al.* (1981 a, b) observaram que os resíduos de zinco no solo cresceram em função das doses aplicadas, e mais ainda para as aplicações acumulativas (3 anos consecutivos), porém este aumento não proporcionou uma absorção equitativa pelo cafeeiro como era de se esperar, e foi confirmado pelos níveis foliares e produções obtidas.

Em ensaios de zinco na cova, Kupper *et al.* (1983 a, b), concluíram que as fontes de sulfato ou óxido, mostraram-se viáveis para os solos de cerrado. O óxido de zinco apresentou respostas iguais a pulverização 0,6 % de sulfato de zinco, com doses entre 5 e 10 g/cova. No entanto, o sulfato de zinco na dose maior (40 g/cova) apresentou-se tóxica, reduzindo a produção em 35 a 40 %.

Segundo Pereira *et al.* (1984), o sulfato e o óxido de zinco, aplicados no solo em cobertura, aplicação única, ou em mistura com terra de enchimento da cova no plantio, apresentaram aumentos de produção, de mesma grandeza que as apresentadas pelas aplicações foliares. As maiores aplicações devido ao óxido de zinco foram alcançadas com as doses correspondentes a 10 e 20 gramas por cova. As doses de 5, 10, 20 e 40 g/cova de sulfato de zinco foram igualmente eficientes, quando aplicadas na terra de enchimento das

covas, no plantio, e, as de 40 e 80 g pôr cova quando aplicadas em cobertura única. De acordo com o trabalho de Santo *et al.* (1985) pode-se obter uma boa resposta à aplicação de zinco no solo nas doses de 5 a 20 g/cova, sendo que doses superiores foram prejudiciais. Malavolta *et al.* (1993), considera que a relação P/Zn ideal deve variar de 125 a 187.

Segundo o relato de Assis *et al.* (1996) a análise foliar é uma das ferramentas utilizadas na diagnose do estado nutricional do cafeeiro.

Guimarães *et al.* (1997), verificaram que a adição crescente de zinco proporciona um aumento linear nos teores de Zn foliar, e conseqüentemente afetam os valores da relação P/Zn que são diminuídos.

Souza *et al.* (1997a) destacam que com o adensamento dos cafezais, o uso de aplicações foliares no cultivo do cafeeiro tem encontrado uma certa limitação: ou se adota o uso de pulverizadores tipo canhão de longo alcance, ou então, faz-se todas as aplicações com pulverizadores costais, manuais ou motorizados. Ambos apresentam algumas desvantagens: o primeiro é muito caro e exige tratores mais possantes para tracioná-los e a segunda opção se esbarra numa das maiores dificuldades que o cafeicultor de hoje encontra, a escassez de mão-de-obra. Desta forma, existe o interesse em se pesquisar modelos de aplicação de zinco via solo, com eficiência igual ou similar à aplicação via foliar. No entanto, segundo Souza *et al.* (1997b), a correção da deficiência de zinco via solo não tem apresentado, na maioria das vezes, efeitos positivos para a cultura do cafeeiro. Por outro lado, para Barros *et al.* (1997), o nível nutricional recomendado para o plantio do cafeeiro, não deve ser reduzido. Sua aplicação deve ser por planta, independente do espaçamento.

Os resultados encontrados por Souza *et al.* (1997a) mostraram que tanto a textura do solo, como o pH interferem na disponibilidade de zinco para as plantas de cafeeiro. No solo com textura mais arenosa as doses de zinco necessárias para o maior

crescimento da planta, foram inferiores aos solos com textura mais argilosa, devido ao menor poder tampão do solo. Quando o pH do solo passou do seu nível natural para 5,5, houve maior crescimento das plantas. Porém, ao passar de 5,5 para 6,5, houve um decréscimo no crescimento das plantas.

#### **3.1.4. Aplicação de calcário e níveis de zinco no solo**

Os estudos realizados até o momento com níveis de zinco no solo e aplicação de doses crescentes de  $\text{CaCO}_3$  são escassos. Machado & Pavan (1987), verificaram que os aumentos dos valores de pH estão inversamente correlacionados com valores de zinco encontrados em folhas de café.

#### **3.1.5. Projeto desenvolvido**

A partir da revisão de literatura sobre o assunto, foi possível, inicialmente propor um trabalho simples, o qual teve por objetivo a avaliação do desenvolvimento do cafeeiro submetido a diferentes "status" de zinco e de calcário aplicados ao solo.

#### **3.1.6. Metodologia empregada**

O trabalho foi desenvolvido no Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural da FE/UNESP, campus de Ilha Solteira, com coordenadas geográficas 20° 22' de latitude Sul e 51° 22' de longitude Oeste e com altitude de 335 m, município de Ilha Solteira - SP.

O solo empregado no trabalho, foi um Latossolo Vermelho, que após analisado apresentou os seguintes resultados:

P resina	M.O.	pH	K	Ca	Mg	Al	SB	CTC	V
mg/cm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>			mmol/dm <sup>3</sup>				(%)
2,0	5,0	4,3	0,1	6,0	2,0	5,0	8,1	30	27

Do solo coletado, efetuou-se a separação de amostras que foram analisadas pelos métodos DTPA e Mehlich 1 de 0-10, 10-20 e 20 a 30 cm, verificando-se teores iniciais de zinco respectivamente de 0,82, 0,68 e 0,76 mg/dm<sup>3</sup> e 1,90, 2,20 e 1,70 mg/dm<sup>3</sup>. O experimento foi desenvolvido em condições de caixa de alvenaria, as quais foram construídas com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,5 m, onde foram colocados 108 litros de solo. O solo foi seco ao ar e peneirado com o objetivo de eliminação de torrões. As caixas foram impermeabilizadas através da utilização de sacos plásticos colocados nas paredes laterais. Colocou-se areia grossa no fundo das caixas para melhorar a drenagem das mesmas. Utilizou-se o calcário dolomítico (PRNT = 100), o nitrogênio foi fornecido na forma de sulfato de amônio (20 g/caixa), o fósforo na forma de superfosfato simples (166 g/caixa), o potássio na forma de cloreto de potássio (43 g de KCl/caixa) e o zinco na forma de sulfato de zinco, seguindo parcialmente as recomendações de Raij *et al.* (1996).

Número de tratamento	Saturação por bases (%)	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )
1	28	0
2		4
3		8
4		12
5	40	0
6		4
7		8
8		12
9	60	0
10		4
11		8
12		12

Utilizou-se um esquema fatorial 3x4, sendo o primeiro fator a saturação por bases do solo e o segundo as doses de zinco, num delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, perfazendo um total de 12 tratamentos. O experimento foi instalado em 04 de agosto de 1998, utilizando o cultivar Catuaí Vermelho (IAC 99), com no mínimo seis pares de folhas e plantadas no centro das caixas. A irrigação foi efetuada de maneira que a quantidade de água fornecida a cada planta fosse igual durante todo o desenvolvimento do experimento. Foram realizadas aplicações de nitrogênio na forma sulfato de amônio aos 127, 192 e 534 dias após plantio, na mesma quantidade aplicada no início do experimento ( 20 g/ caixa). Também foi aplicado, aos 540 dias após plantio, o complexo inseticida/fungicida via solo dissulfoton + triadimenol.

As avaliações de altura de plantas, número de pares de folhas, número de ramificações laterais e diâmetro de caule, avaliado em região demarcada no terço médio da planta foram realizadas quinzenalmente, sendo apresentada a avaliação final aos 751 dias. Aos 184 e 532 dias após plantio coletaram-se folhas das plantas para determinação dos nutrientes foliares. Foram coletados o terceiro e quarto pares de folhas de dois pares de ramificações localizadas na altura média da plantas, perfazendo um total de 16 folhas por planta , de acordo com citações de Malavolta *et al.* (1993). Depois de secas, foram moídas e submetidas à análise para determinação dos teores de nutrientes, segundo métodos citados por Malavolta *et al.* (1989): N: método do Semi-micro-Kjeldahl; P: método de colorimetria do metavanadato; K: método do fotômetro de chama; Ca e Mg: método da quelatometria do EDTA; S: método de turbidimetria do sulfato de bário. Aos 647 dias após plantio foram coletadas 10 folhas do terço médio da planta para determinação da área foliar, largura e comprimento da folha, chegando à um valor médio por planta.

Aos 224 dias após o plantio realizou-se uma coleta de solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, para verificação dos níveis de nutrientes e saturação em bases

para cada tratamento, que foram determinados no laboratório da FE/UNESP/Campus de Ilha Solteira.

O zinco no solo foi determinado utilizando dois métodos, o DTPA (Lindsay & Norvel, 1978) e solução de Mehlich 1 ( $\text{HCl } 0,05 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,025 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$ ) descrito por Olsen & Dean (1965). Aos 621 dias após plantio foram colhidos e pesados os frutos em coco da primeira produção. Os dados obtidos durante o experimento foram submetidos à análise de variância convencional e análise de regressão ao nível de significância de 5%.

### 3.1.7. Resultados obtidos

Uma parte dos resultados e a discussão dos mesmos é aqui apresentada com o objetivo de evidenciar a importância dos trabalhos já realizados.

O quadro 1 contém os resultados da análise foliar de nitrogênio, em termos de valores médios por tratamento. Pode-se constatar efeitos de doses de zinco e saturação por bases sobre os teores foliares desse nutriente na planta. A saturação por bases de 40% propiciou os maiores valores nitrogênio foliar quando comparada ao valor obtido com a saturação de 60 % e não diferindo, no entanto daquele encontrado na saturação de 28%. O desdobramento das interações permite constatar que o mesmo comportamento citado anteriormente foi verificado somente quando utilizou-se a menor dose de zinco no solo, sendo que ao aumentarem-se as doses de zinco não houve efeito das diferentes saturações. Da mesma forma, pode-se verificar que a testemunha sem zinco apresentou os maiores valores de N foliar quando comparado aos valores obtidos na maior dose (12 mg), não diferindo daqueles verificados nas doses de 4 e 8 mg. Tal efeito pode ser observado de

forma significativa, somente na saturação de 40%. Tal fato foi relatado por Raij (1991), que enfatiza a interação entre o nitrogênio e o zinco.

QUADRO 01- Valores médios de nitrogênio foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 184 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	33,91 Aba	34,91 Aa	31,51 Aa	30,04 Aa	32,59 AB
40	37,46 A a	34,58 Aab	31,76 A b	30,22 A b	33,50 A
60	30,46 Ba	30,81 Aa	29,85 Aa	31,02 Aa	30,54 B
	33,95 a	33,43 ab	31,04 ab	30,43 b	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Os valores médios de Potássio foliar estão contidos no quadro 2 e a partir da análise desses dados pode-se constatar que o teor de potássio nas folhas do cafeeiro teve o seu maior valor verificado na saturação inicial do solo (28%) quando comparado às demais saturações, as quais, diferiram entre si e o maior valor foi verificado para a saturação de 60%. O desdobramento das interações possibilitou verificar que para as doses 0 e 12 mg de zinco, os maiores valores de potássio foram verificados para a saturação de 28%, enquanto que para a dose de 8 mg, os maiores valores foram para 28 e 60% de saturação por bases. Verificou-se ainda que na maior saturação por bases, os maiores teores foliares de K foram verificados com a não utilização de zinco no solo.

QUADRO 02- Valores médios de potássio foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 184 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	23,55 A a	22,65 Aa	24,75 A a	23,85 A a	23,70 A
40	18,90 Ba	18,75 Aa	16,50 Ba	15,90 Ba	17,51 C
60	18,00 Ba	18,90 A b	24,75 A b	18,29 B b	19,98 B
	20,15 a	20,10 a	22,00 a	19,35 a	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

De acordo com a análise dos dados referentes aos teores de fósforo contido nas folhas do cafeeiro (quadro 3), pode-se constatar que à medida em que se aumentou a saturação por bases houve uma redução significativa do teor de fósforo nas folhas, sendo que tal efeito foi mais pronunciado com a utilização da maior dose de zinco no solo. Fato marcante no comportamento de micronutrientes em plantas são as interações que ocorrem entre eles com os macronutrientes, de acordo com Raij (1991) e que foi constatado da mesma forma no presente trabalho.

O quadro 4 contém os valores médios dos teores foliares de cálcio obtidos para os tratamentos estudados no presente trabalho. Pode-se verificar que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre os teores foliares obtidos. A não existência de diferenças significativas poderia ser devida à baixa mobilidade do cálcio, o qual segundo Guimarães & Lopes (1984) é exigido pelas raízes para a absorção de água e nutrientes.

QUADRO 03- Valores médios de fósforo foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 184 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	2,06 A a	2,18 A a	2,16 Aa	2,13 A a	2,13 A
40	1,99 ABa	2,00 A a	1,99 Aa	1,86 Ba	1,94 B
60	1,76 Ba	1,75 Ba	1,93 Aa	1,77 Ba	1,83 B
	1,94 a	1,97 a	2,03 a	1,92 a	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

QUADRO 04- Valores médios de cálcio foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 184 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	6,22	6,54	6,52	6,08	6,34 A
40	6,70	7,06	7,26	7,24	7,08 A
60	6,78	6,82	6,48	7,12	6,80 A
	6,59 a	6,80 a	6,75 a	6,81 a	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Os valores médios de magnésio contido nas folhas de café estão contidos no quadro 5. A análise dos dados permitiu verificar que a saturação por bases intermediária (40%) propiciou os maiores valores de magnésio nas folhas quando comparado às outras saturações para a dose "0" de zinco. Para a maior dose de zinco aplicada pode-se verificar que a saturação inicial (28%) e a maior saturação (60%) propiciaram os maiores valores de magnésio nas folhas do cafeeiro. Verificou-se também que os maiores valores de magnésio foram verificados na testemunha sem a aplicação de zinco, a qual não diferiu das

doses 4 e 8 mg. A interação verificada entre zinco e magnésio ocorreu no presente estudo e foi citada em outros trabalhos, tal como o de Raij (1991).

QUADRO 5 – Valores médios de magnésio foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 184 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	3,28 B	3,39 A	2,62 A	3,31 A	3,15 A
40	4,93 A a	2,96 A bc	3,74 A ab	1,86 B c	3,37 A
60	2,49 B a	2,67 A a	3,42 A a	2,94 A ba	2,88 A
	3,57 a	3,01 ab	3,26 ab	2,70 b	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Os valores médios de enxofre foliar (quadro 6) obtido para tratamentos não foram afetados pelos tratamentos estudados no presente trabalho.

QUADRO 6- Valores médios de e enxofre foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 184 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	1,42	1,51	1,44	1,49	1,46
40	1,40	1,33	1,35	1,36	1,36
60	1,27	1,23	1,60	1,35	1,36
	1,36	1,36	1,46	1,40	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O quadro 7 apresenta a matriz dos coeficientes de correlação (R) obtidos par a par entre os parâmetros avaliados. Pode-se verificar que apenas as combinações diâmetro do caule x teor de N foliar ( $R= 0,71$ ) e teor de enxofre foliar x teor de potássio foliar ( $R= 0,73$ ) apresentaram valores acima de 0,70 , o que indica uma interdependência entre as variáveis.

O DTPA (ácido dietileno-triamino-pentacético), de acordo com Muraoka *et al.* (1996), é um dos extratores de zinco mais utilizados. Em trabalhos realizados por Paula *et al.* (1991), o DTPA possibilitou discriminar o efeito da calagem sobre os teores de zinco, destacando a sua eficiência em possibilitar a determinação de possíveis efeitos nesse trabalho. No quadro 8 estão contidos os valores médios dos teores de zinco ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) em três profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 cm para cada tratamento. Os teores encontrados estão compatíveis com aqueles encontrados por Cruz *et al.* (1997), ao avaliar precisão em métodos de extração de zinco no solo. Nos tratamentos avaliados observou-se que a saturações por bases e doses de zinco não afetaram, significativamente os teores de zinco no solo .

Há uma tendência em adotar o extrator Mehlich-1 no Brasil, para aproveitar o mesmo extrato usado na análise de fósforo e potássio para determinar micronutrientes, no entanto, devido à relação de solução para solo ser de 10:1, torna-se pouco favorável para determinação de teores baixos de zinco (Bataglia & Raij, 1994).

Quadro 7 – Matriz dos coeficientes de correlação obtidos para as diferentes combinações (R)

	S. bases	d. zinco	Altura	Diâm.	n.intern.	n.par.fol	n.ram.	N	P	K	Ca	Mg	S
Saturação por bases	-	-	0,19	0,28	0,12	0,06	0,21	0,37	0,51	0,26	0,20	0,63	0,24
Doses de Zinco	-	-	0,30	0,26	0,03	0,03	0,05	0,49	0,09	0,11	0,30	0,15	0,08
Altura de plantas	-	-	-	0,31	0,13	0,57	0,09	0,45	0,20	0,32	0,16	0,15	0,47
Diâmetro do caule	-	-	-	-	0,02	0,26	0,71	0,71	0,34	0,17	0,13	0,55	0,05
Num. de internódios	-	-	-	-	-	0,07	0,20	0,35	0,27	0,31	0,32	0,17	0,11
N. de pares de folhas	-	-	-	-	-	-	0,14	0,40	0,32	0,69	0,65	0,07	0,42
N. de ramificações	-	-	-	-	-	-	-	0,54	0,35	0,15	0,39	0,52	0,05
N	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,01	0,12	0,69	0,05
P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70	0,28	0,44	0,63
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65	0,21	0,73
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,30
Mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

As correlações significativas estão assinaladas a 5 (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade.

QUADRO 8 – Valores médios dos teores de zinco ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) no solo, extraídos pelo método DTPA, para os tratamentos aos 224 dias após o plantio.

V%	Profund	Dose de zinco ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )				prof.	prof. 0-10	V%
		0	4	8	12			
28	0 – 10	0,82	0,68	0,74	0,90	0,78	0,78	0,70 A
	10 – 20	0,68	0,66	0,58	0,86	0,70		
	20 – 30	0,76	0,64	0,42	0,68	0,62	10-20	
40	0 – 10	0,80	0,70	0,88	0,70	0,76	0,68	0,76 A
	10 – 20	0,74	0,76	1,00	0,80	0,82		
	20 – 30	0,50	0,68	0,80	0,78	0,68	20-30	
60	0 – 10	0,58	0,38	1,60	0,58	0,78	0,66	0,66 A
	10 – 20	0,62	0,48	0,56	0,54	0,56		
	20 – 30	0,98	0,40	0,72	0,58	0,66		
		0,72 a	0,60 a	0,82 a	0,72 a			

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Analisando os teores de zinco no solo, apresentados no quadro 9, foi possível constatar que na maior saturação por bases há uma menor quantidade de zinco, fato que, de acordo com Raij (1991) é devido ao zinco ter a sua solubilidade afetada pelo pH, onde em solos com pH acima de 6,0 pode-se ter deficiência deste micronutriente. Observou-se que para as quatro doses de zinco avaliadas, houve uma diminuição no teor de zinco, na profundidade inicial, com o aumento da saturação por bases. De 10 a 20 cm observou-se que quando não houve aplicação de zinco, os teores encontrados no solo decresceram com o aumento das saturações. Quando foram aplicadas doses de 4 e 8  $\text{mg}/\text{dm}^3$  houve aumento dos teores de zinco na saturação de 40% e redução na saturação de 60%, sendo que com a maior dose de zinco, detectou-se menor teor de zinco apenas na maior profundidade.

QUADRO 9 – Valores médios dos teores de zinco ( $\text{mg/dm}^3$ ), no solo extraídos pelo método Mehlich - 1 para os tratamentos.

V%	Profund	Dose de zinco ( $\text{mg/dm}^3$ )				prof.	prof.	V%
		0	4	8	12			
28	0 – 10	1,90	3,00	1,90	2,50	2,30 A	0-10 1,90 A	1,90 A
	10 – 20	2,20	1,80	1,40	1,80	1,80 B		
	20 – 30	1,70	1,50	1,50	1,80	1,60 B		
40	0 – 10	2,10	1,90	2,00	1,60	1,90 A	10-20 1,70 A	2,00 A
	10 – 20	1,70	2,40	2,10	1,80	2,00 A		
	20 – 30	3,50	2,30	0,80	1,80	2,10 A		
60	0 – 10	1,50	1,60	1,40	1,30	1,40 A	20-30 1,60 A	1,20 B
	10 – 20	0,90	1,50	1,30	1,20	1,20 A		
	20 – 30	0,80	1,40	1,00	1,10	1,10 A		
		1,80	1,90	1,50	1,60			

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Analisando os valores, constatou-se que não houve diferença significativa entre as saturações, com também para as doses de zinco. De acordo com Novais *et al.* (1994) os níveis "ótimos" de nitrogênio estão entre 24,2 e 30,5 g/kg para *Coffea arabica*, com isso pode-se observar que o nitrogênio determinado (quadro 10) apresenta-se em nível adequado.

QUADRO 10- Valores médios de nitrogênio foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 532 dias após plantio.

V%	Doses de zinco ( $\text{mg/dm}^3$ )				
	0	4	8	12	
28	30,97	29,94	30,97	30,97	30,72
40	30,94	34,05	29,87	33,95	32,20
60	32,86	29,08	30,38	32,13	31,11
	31,59	31,02	30,41	32,35	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O quadro 11 reúne os valores médios de potássio foliar de cada tratamento. Os valores determinados encontram-se abaixo dos teores adequados, que segundo Novais *et al.* (1994), são de 17,5 a 25,3 g/kg. Observa-se que a saturação inicial do solo (28%) apresentou menor deficiência deste nutriente em relação as demais saturações. Fato este que pode ser explicado, segundo relatos de Malavolta *et al.* (1997), pela presença de  $\text{Ca}^{2+}$  no meio, que quando em excesso tem efeito inibidor na absorção do potássio pelas raízes. Esse excesso pode ser provocado pelas doses de calcário aplicadas na neutralização da acidez.

QUADRO 11- Valores médios de potássio foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 532 dias após plantio.

V%	Doses de zinco ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )				
	0	4	8	12	
28	13,46	14,11	14,98	14,11	14,17 A
40	14,33	13,25	11,51	12,38	12,87 B
60	11,73	11,73	11,73	13,46	12,16 B
	13,17 a	13,03 a	12,74 a	13,32 a	

Medias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Para os tratamentos com menor dose de zinco aplicada ( $4 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ) a saturação inicial do solo (28%) apresentou, significativamente, maiores teores de fósforo foliar. Nos tratamentos com maior saturação (60%), os maiores teores de fósforo foliar foram determinados para as maior dose de zinco aplicada ( $12 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ). Entre as saturações e as doses de zinco os valores médios de fósforo não diferiram significativamente (Quadro 12).

No quadro 13 encontram-se os valores médios de cálcio foliar obtidos para os diferentes tratamentos. Não foi possível constatar diferenças significativas entre as saturações estudadas, como também entre as doses de zinco aplicadas ao solo. Observou-se que, dentro

da maior saturação (60%), os tratamentos com a menor dose de zinco (4 mg/dm<sup>3</sup>) apresentaram, significativamente, maiores valores de cálcio foliar extraído.

QUADRO 12- Valores médios de fósforo foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 532 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	1,23 Aa	1,19 Aa	1,17 Aa	1,25 Aa	1,21 A
40	1,24 Aa	1,14 ABa	1,14 Aa	1,20 Aa	1,18 A
60	1,19 Aab	1,07 B b	1,20 Aab	1,32 Aa	1,19 A
	1,22 a	1,14 a	1,17 a	1,26 a	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

QUADRO 13- Valores médios de cálcio foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 532 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	14,84 Aa	15,88 Aa	15,68 Aa	14,70 Aa	15,27 A
40	14,90 Aa	15,96 Aa	14,98 Aa	14,94 Aa	15,19 A
60	13,46 A b	16,48 Aa	15,36 Aab	13,10 A b	14,60 A
	14,40 a	16,11 a	15,34 a	14,25 a	

Médias Seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Segundo Malavolta *et al.* (1997), altas concentrações de cálcio no meio podem inibir competitivamente a absorção de magnésio pelas raízes, causando as vezes sua deficiência na planta, que de acordo com Novais *et al.* (1994) o teor adequado é de 4,2 a 6,1 g/kg. Nos tratamentos estudados pode-se observar que na menor saturação (28%) obteve-se os

maiores valores de magnésio foliar, em relação as demais saturações estudadas, como também para os tratamentos com  $8 \text{ mg/dm}^3$  de zinco aplicados ao solo ( Quadro 14 ).

QUADRO 14- Valores médios de magnésio foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 532 dias após plantio.

V%	Doses de zinco ( $\text{mg/dm}^3$ )				
	0	4	8	12	
28	4,64 A a	4,21 B b	4,91 A a	4,71 A a	4,62 A
40	3,87 B b	4,08 B b	4,89 A a	3,85 B b	4,17 B
60	4,03 B b	4,70 A a	4,17 B b	4,39 A ab	4,33 AB
	4,18 b	4,33 ab	4,65 a	4,32 ab	

Médias Seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Do mesmo modo que, para os valores de magnésio foliar determinados, os tratamentos com saturação inicial (28%) apresentaram os maiores valores de enxofre foliar (quadro 15). No entanto, entre as doses estudadas a dose de  $4 \text{ mg/dm}^3$  (menor) apresentou valores maiores, embora não tendo sido detectadas diferenças significativas.

QUADRO 15- Valores médios de enxofre foliar (g/kg) obtido para tratamentos aos 532 dias após plantio.

V%	Doses de zinco ( $\text{mg/dm}^3$ )				
	0	4	8	12	
28	2,52	2,63	2,14	2,27	2,39 A
40	1,81	2,31	2,05	1,93	2,02 B
60	2,35	2,33	2,25	2,14	2,27 AB
	2,23	2,42	2,15	2,11	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Embora não tenha sido detectada uma diferença significativa, observou-se que a maior saturação por bases apresentou os maiores valores de área foliar (quadro 16), exceto para o tratamento sem aplicação de zinco

QUADRO 16 – Valores médios da área foliar ( $\text{mm}^2$ ) das plantas obtidos para os tratamentos aos 647 dias após plantio.

	Doses de zinco ( $\text{mg dm}^{-3}$ )				
	0	4	8	12	
V%					
28	3473,90 Aa	3940,17 Aab	3419,97 A b	3172,75 Aab	3501,69 A
40	3928,11 Aa	3667,48 Aab	3082,01 A b	3328,24 Aab	3501,46 A
60	3439,89 Aa	3984,32 Aa	3504,33 Aa	3344,17 Aa	3568,46 A
	3613,97 a	3863,99 a	3335,44 a	3281,72 a	

Médias Seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

No quadro 17 observa-se que também não houve diferenças significativas entre os tratamentos bem como para as doses de zinco aplicadas.

QUADRO 17 – Valores médios de comprimento de folha (mm) das plantas obtidos para os tratamentos aos 647 dias após plantio.

	Doses de zinco ( $\text{mg dm}^{-3}$ )				
	0	4	8	12	
V%					
28	117,65 ab	126,34 a	118,71 ab	114,07 b	119,19 A
40	122,86	122,31	113,76	118,92	119,46 A
60	116,22	126,55	119,18	117,39	119,83 A
	118,91 a	125,07 a	117,22 a	116,79 a	

Médias Seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.



Através da observação dos dados contidos no quadro 18 pode-se verificar que o tratamento com a maior saturação apresentou valores médios de largura de folhas maiores que as demais saturações. O maior valor é encontrado no tratamento de maior saturação (60%) e maior dose de zinco aplicada (12 mg dm<sup>-3</sup>). Segundo Ferreira (1988), a disponibilidade de zinco no solo é influenciada pelo pH, que deve estar, preferencialmente, em torno de 6. Quando o pH está perto de 3, esta disponibilidade diminui.

QUADRO 18 – Valores médios de largura de folha (mm) das plantas obtidos para os tratamentos aos 647 dias após plantio .

	Doses de zinco (mg dm <sup>-3</sup> )					
	0	4	8	12		
V%						
28	52,83	55,10	51,68	51,70	B	52,83 B
40	55,54	54,11	50,09	50,38	B	52,53 B
60	52,38	57,66	52,20	58,55	A	55,20 A
	53,59 a	55,62 a	51,32 a	53,54 a		

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

A relação entre crescimento de folha e doses de zinco pode ser devido ao fato de que as plantas com carência de zinco mostram grande diminuição no nível de RNA, que resulta numa menor síntese de proteína e dificuldade na divisão celular, pois o zinco inibe a RNase, enzima que hidrolisa o RNA (Malavolta *et al.*, 1997).

Os valores determinados de Fósforo não apresentaram diferença significativa. De acordo com Tomé Jr. (1997), os teores determinados estão compreendidos na faixa de médio a alto (Quadro 19).



QUADRO 19 – Valores médios dos teores de fósforo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) no solo extraídos pelo método da resina para os tratamentos 224 dias após o plantio.

V%	Profund	Dose de zinco ( $\text{mg dm}^{-3}$ )				prof.	prof.	V%
		0	4	8	12			
28	0 - 10	29,75	30,00	29,50	28,75	29,50	0-10 28,75	26,43 A
	10 - 20	26,50	24,50	25,00	26,75	25,68		
	20 - 30	24,00	26,75	25,75	20,00	24,12		
40	0 - 10	27,75	29,00	29,00	24,50	27,56	10-20 28,77	29,27 A
	10 - 20	29,75	30,50	36,00	27,50	30,93		
	20 - 30	27,75	30,50	26,25	32,75	29,31		
60	0 - 10	32,25	30,00	24,00	32,00	29,56	20-30 26,27	28,21 A
	10 - 20	32,50	32,25	27,00	27,00	29,68		
	20 - 30	26,00	27,25	20,25	28,00	25,37		
		28,47 a	28,97 a	26,97 a	27,47 a			

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O solo, como se pode constatar, apresenta-se acidificado. Segundo Malavolta (2000), a vegetação típica de cerrado reflete essa acidez excessiva. Na camada de 0 - 10 cm, os teores são menos ácidos, provavelmente devido à presença de matéria orgânica (quadro 20), que apesar de não ser suficiente, provavelmente possibilitou um menor índice de acidez no solo. Dentre as doses de zinco estudadas, não houve efeito significativo dos tratamentos estudados. As diferentes saturações estudadas evidenciaram um efeito significativo sendo que a maior saturação (60%), propiciou maior pH em relação as demais saturações estudadas.

QUADRO 20 – Valores médios do índice de acidez ( pH CaCl<sub>2</sub> ) no solo extraído para os tratamentos 224 dias após o plantio.

V%	Profund	Dose de zinco (mg dm <sup>-3</sup> )				prof.	prof.	V%
		0	4	8	12			
28	0 – 10	4,42	4,37	4,27	4,17	4,31	0-10	4,07 C
	10 – 20	4,05	3,87	4,12	3,95	4,00	4,59 A	
	20 – 30	3,95	3,77	3,95	4,00	3,92		
40	0 – 10	4,50	4,30	4,35	4,42	4,39	10-20	4,35 B
	10 – 20	4,17	4,50	4,52	4,25	4,36	4,35 B	
	20 – 30	4,35	4,32	4,37	4,17	4,31		
60	0 – 10	4,80	5,50	5,12	4,90	5,08	20-30	4,80 A
	10 – 20	4,57	4,65	4,87	4,65	6,69	4,29 B	
	20 – 30	4,47	4,47	4,87	4,75	4,64		
		4,36	4,42	4,49	4,36			

Médias seguidas por letras de cores iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

No quadro 21, pode-se observar que os teores de potássio apresentaram maiores valores na camada superficial do solo (0-10 cm), provavelmente devido à presença da matéria orgânica, sendo que nos tratamentos onde foi aplicado calcário foram obtidos os maiores valores de potássio, os quais, segundo Tomé Jr. (1997) apresentam-se baixos.

Os teores de cálcio no solo refletem os efeitos do pH, assim sendo, com a acidificação do solo houve uma diminuição nos teores de cálcio (Pavan, *et al.* 1986).

Observa-se que as maiores saturações destacam-se, apresentando os maiores valores e que embora apresentando valores baixos (< 20,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) a planta não tende a apresentar deficiência do nutriente (Quadro 22), a qual poderá ocorrer quando os teores se apresentarem bem abaixo do citado (Tomé Jr. ,1997).

QUADRO 21 – Valores médios dos teores de potássio ( $\text{mmolc dm}^{-3}$ ) no solo extraídos para os tratamentos 224 dias após o plantio.

V%	Profund	Dose de zinco ( $\text{mg dm}^{-3}$ )				prof.	prof.	V%
		0	4	8	12			
28	0 – 10	0,97	0,92	1,05	1,02	0,99	0-10	0,71 B
	10 – 20	0,60	0,45	0,62	0,60	0,57	1,02 A	
	20 – 30	0,77	0,37	0,47	0,62	0,56		
40	0 – 10	1,05	1,00	1,10	1,00	1,04	10-20	0,82 A
	10 – 20	0,65	0,75	0,87	0,85	0,78	0,64 B	
	20 – 30	0,65	0,60	0,72	0,62	0,65		
60	0 – 10	1,10	0,95	1,02	1,07	1,03	20-30	0,73 AB
	10 – 20	0,70	0,60	0,50	0,55	0,59	0,59 B	
	20 – 30	0,72	0,50	0,57	0,52	0,58		
		0,80	0,68	0,77	0,76			

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

QUADRO 22 – Valores médios dos teores de cálcio ( $\text{mmolc dm}^{-3}$ ) no solo extraídos para os tratamentos 224 dias após o plantio.

V%	Profund	Dose de zinco ( $\text{mg dm}^{-3}$ )				prof.	prof.	V%
		0	4	8	12			
28	0 – 10	14,50	14,25	14,50	14,50	14,43	0-10	14,10 B
	10 – 20	14,50	13,00	14,00	14,50	14,00	15,62	
	20 – 30	13,75	12,75	14,50	14,50	13,87		
40	0 – 10	15,50	17,00	17,00	18,00	16,87	10-20	17,25 A
	10 – 20	15,00	15,00	17,50	17,00	16,12	15,16	
	20 – 30	17,00	24,00	15,00	19,00	18,75		
60	0 – 10	13,75	16,50	16,50	15,50	15,56	20-30	15,43 AB
	10 – 20	15,50	15,00	15,50	15,50	15,37	16,00	
	20 – 30	15,00	14,50	17,00	15,00	15,37		
		14,94	15,77	15,72	15,94			

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Os teores de magnésio (Quadro 23) também sofreram influência da acidez do solo e de acordo com a classificação de Tomé Jr. (1997), no presente trabalho apresentaram teores médios. Observa-se que as maiores saturações (40 e 60%) apresentaram maiores teores de magnésio, justamente as saturações onde a acidez se apresentou em menor grau. As doses de zinco não influenciaram os teores de magnésio no solo.

Não há uma classificação para os teores de acidez potencial, pois o objetivo dessa determinação é o cálculo da capacidade de troca de cátions (CTC).

Pode-se observar que entre os tratamentos, na profundidade de 0-10 cm, houve uma tendência a teores mais baixos de acidez (Quadro 24). Essa tendência pode ser devido a presença de teores maiores de matéria orgânica nesta profundidade, o que também foi verificado também por apresentaram maiores valores de pH.

QUADRO 23 – Valores médios dos teores de magnésio ( $\text{mmolc dm}^{-3}$ ) no solo extraídos para os tratamentos 224 dias após o plantio.

V%	Profund	Dose de zinco ( $\text{mg dm}^{-3}$ )				prof.	prof.	V%
		0	4	8	12			
28	0 – 10	5,00	4,75	5,00	4,50	4,81	0-10	3,81 B
	10 – 20	3,50	3,25	4,25	3,75	3,68		
	20 – 30	3,50	2,00	2,75	3,50	2,93		
40	0 – 10	5,50	5,75	5,75	5,50	5,62	10-20	5,89 A
	10 – 20	4,50	5,25	6,00	5,50	5,31		
	20 – 30	4,50	11,25	4,25	7,00	6,75		
60	0 – 10	6,00	6,75	5,75	6,00	6,12	20-30	6,02 A
	10 – 20	6,00	6,00	6,00	5,75	5,93		
	20 – 30	6,00	5,00	7,25	5,75	6,00		
		4,94	5,55	5,22	5,25			

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

QUADRO 24 – Valores médios dos teores de acidez potencial ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) no solo extraído para os tratamentos 224 dias após o plantio.

		Dose de zinco ( $\text{mg dm}^{-3}$ )						
		0	4	8	12			
V%	Profund					prof.	prof.	V%
28	0 – 10	19,00	16,50	17,00	16,75	17,31	0-10	18,48 A
	10 – 20	20,75	19,00	18,50	18,00	19,06		
	20 – 30	20,75	20,00	18,50	17,00	19,06		
40	0 – 10	18,00	19,00	19,00	18,50	18,62	10-20	18,91 A
	10 – 20	20,00	18,50	18,00	19,00	18,87	17,81 A	
	20 – 30	19,00	18,50	19,00	20,50	19,25		
60	0 – 10	15,25	14,75	14,25	14,50	14,68	20-30	15,27 B
	10 – 20	15,00	17,25	14,75	15,00	15,50	17,98 A	
	20 – 30	15,50	17,75	14,75	14,50	15,62		
		18,13	17,91	17,08	17,08			

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Sendo o  $\text{Al}^{+3}$  um íon tóxico para as plantas de uma maneira geral, o ideal é que seus valores no solo sejam nulos. Os teores de alumínio no solo apresentaram maiores valores na saturação inicial do solo (28%), justamente onde se obteve os maiores índices de acidez, sendo que este fato é possível uma vez que a acidez é influenciada pelo teor de alumínio do solo. No entanto, os teores encontrados estão abaixo dos considerando índices tóxicos (Quadro 25).

Na profundidade de 0-10 cm, os teores de alumínio determinado são menores em relação as demais profundidades estudadas, podendo estar ocorrendo uma interação do alumínio com o teor de matéria orgânica nesta profundidade fazendo com que o alumínio disponível para a planta seja menor.

QUADRO 25 – Valores médios dos teores de alumínio ( $\text{mmolc dm}^{-3}$ ) no solo extraídos para os tratamentos 224 dias após o plantio.

V%	Profund	Dose de zinco ( $\text{mg dm}^{-3}$ )				prof.	prof.	V%	
		0	4	8	12				
28	0 – 10	1,00	1,00	1,75	2,00	1,43	0-10	3,12	A
	10 – 20	3,75	4,25	3,50	3,50	3,75	0,95	B	
	20 – 30	4,50	5,25	3,75	3,25	4,19			
40	0 – 10	1,00	0,75	1,00	1,25	1,00	10-20	1,52	B
	10 – 20	2,75	1,75	1,25	2,25	2,00	2,25	A	
	20 – 30	2,00	1,25	1,50	1,50	1,56			
60	0 – 10	1,25	0,00	0,00	0,50	0,43	20-30	1,14	B
	10 – 20	1,25	1,75	0,00	1,00	1,00	2,58	A	
	20 – 30	6,02	1,00	0,50	0,50	2,01			
		2,61	1,88	1,47	1,75				

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Pode-se constatar que a menor saturação estudada propiciou uma diferença significativa entre as profundidades, ou seja, foram observados os maiores valores na menor profundidade (Quadro 26). Deve-se salientar que não houve aplicação de calcário neste tratamento, porém aplicou-se adubação normalmente como nos demais tratamentos. Tal fato pode ser parcialmente debitado aos restos orgânicos em decomposição (folhas e até mesmo alguns frutos) de maneira que aumentasse o valor da saturação. Assim sendo, observou-se que na profundidade de 0 - 10 cm, para o tratamento com saturação de 28%, verificaram-se os maiores valores de em relação as demais profundidades, profundidade esta com os maiores teores de matéria orgânica determinada. Para os outros tratamentos (40 e 60%) pode ter ocorrido o mesmo processo, porém em menor grau. Houve uma relação direta entre a quantidade de calcário aplicada e a saturação determinada, assim sendo, na medida em que se aumentou a dose de calcário aplicada houve um incremento significativo no valor da saturação obtida.

QUADRO 26 – Valores médios de saturação por bases (%) no solo obtidos para os tratamentos 224 dias após o plantio.

V%	Profund	Dose de zinco ( $\text{mg dm}^{-3}$ )				prof.	prof.	V%	
		0	4	8	12				
28	0 – 10	51,25	54,00	53,75	53,50	53,12 A	0-10	49,41 C	
	10 – 20	46,50	45,75	49,50	50,25	48,00 B			56,25 A
	20 – 30	45,50	42,75	48,50	51,75	47,12 B			
40	0 – 10	54,25	55,25	55,50	56,75	55,43 A	10-20	54,50 B	
	10 – 20	49,25	52,50	56,75	54,50	53,25 A			53,10 B
	20 – 30	53,50	59,50	50,00	56,25	54,81 A			
60	0 – 10	57,00	62,00	61,50	60,25	60,18 A	20-30	58,66 A	
	10 – 20	59,00	55,25	59,00	59,00	58,06 A			53,22 B
	20 – 30	57,75	52,50	61,75	59,00	57,75 A			
		52,66	53,27	55,13	55,69				

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Como pôde ser observado até o momento, não foram verificadas diferenças entre tratamentos para a altura de planta (Quadro 27). Entre as doses estudadas, a de  $8 \text{ mg/dm}^3$  obteve, significativamente, maiores alturas de plantas para as maiores saturações (40 e 60%), e a de  $12 \text{ mg/dm}^3$  para a saturação inicial do solo (28%).

QUADRO 27- Valores médios de altura de planta (cm) , num período de 751 dias após o plantio.

V%	Doses de zinco ( $\text{mg/dm}^3$ )				
	0	4	8	12	
28	68,98	61,31	63,07 B	70,71 A	66,02 A
40	63,38	64,19	69,57 A	65,17 B	65,58 A
60	62,66	61,74	69,58 A	67,68 AB	65,42 A
	65,01	62,41	67,41	67,85	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Para o diâmetro de caule (Quadro 28), o tratamento que apresentou maiores valores foi o de maior saturação (60%). De uma maneira geral, à medida em que se aumentou a saturação por bases houve um incremento significativo para os valores de diâmetro do caule.

QUADRO 28- Valores médios de diâmetro de caule (cm) num período de 751 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	1,40	1,37	1,42	1,45	1,41 B
40	1,42	1,49	1,40	1,43	1,44 AB
60	1,48	1,49	1,48	1,46	1,48 A
	1,43	1,45	1,44	1,45	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Como foi observado na altura de plantas, o tratamento que apresentou valores significativos em número de pares de folhas foi o de menor saturação (28%), resultado este esperado, dado que se a planta apresenta maior altura, conseqüentemente, deverá apresentar maior número de folhas (Quadro 29).

QUADRO 29- Valores médios de número de pares de folhas num período de 751 dias após plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	15,66	14,26	14,87	15,27	15,01 A
40	13,53	13,92	14,20	14,27	13,98 AB
60	14,36	14,43	14,92	13,82	14,38 B
	14,52	14,20	14,66	14,45	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.



Os valores médios de número de ramificações (Quadro 30) analisados não apresentaram diferenças significativas entre as saturações e as doses de zinco estudadas. Entretanto, observou-se uma tendência de maiores valores na maior saturação.

QUADRO 30- Valores médios de número de ramificações num período de 751 dias após o plantio.

V%	Doses de zinco (mg/dm <sup>3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	17,94	18,38	16,12	17,86	17,58 A
40	15,10	15,10	15,73	18,27	16,34 A
60	18,24	18,24	17,99	16,84	18,06 A
	17,10	17,94	16,61	17,66	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Efetuada uma projeção dos dados de produção para uma área de 1 hectare, num espaçamento de 1,5m entre planta por 3,00m entre linhas, não foram verificadas diferenças significativas em termos de produção, no entanto, houve uma tendência dos tratamentos com aplicação de calcário apresentarem-se com valores superiores àqueles obtidos no tratamento sem a aplicação do corretivo (Quadro 31).

QUADRO 31- Valores médios de produção de fruto em coco (kg) para 1 ha num espaçamento de 1,5 x 3,00 m.

V%	Doses de zinco (mg dm <sup>-3</sup> )				
	0	4	8	12	
28	299,18	174,85	223,79	97,99	198,95
40	204,15	358,12	269,38	318,06	287,43
60	220,02	322,41	253,46	230,86	256,69
	241,11	285,12	248,88	215,64	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

### 3.2. Nitrogênio e clorofila em cafeeiro

Os estudos relacionados à adubação nitrogenada tem sido tema de uma série de trabalhos desenvolvidos nos últimos anos, não somente nas chamadas culturas anuais, como também em culturas perenes como é o caso do café. No caso das culturas anuais, o ciclo definido permite determinar ponto de máxima absorção deste nutriente, que coincide em várias culturas, com a máximo acúmulo de matéria seca de folhas.

No caso do cafeeiro, o período recomendado para a adubação nitrogenada, segundo Raij *et al.* (1996) está situado entre os meses de setembro a abril, que coincide com o período de máxima precipitação pluviométrica, temperatura e radiação solar. Não somente encontra destaque na formação de folhas, pois o nitrogênio é um constituinte básico da molécula de clorofila, como também está presente em grandes quantidades nos frutos formados. Em outras culturas, tais como o arroz, trigo, batatinha, milho e feijão, tem-se procurado determinar o período ideal de adubação nitrogenada em cobertura, principalmente com o intuito de máximo aproveitamento do nutriente e suprimento do mesmo quando a planta apresenta-se deficiente.

O nitrogênio é um dos elementos essenciais que não possuem um método eficaz para avaliar a sua carência no solo. Desta forma, recomenda-se a adubação em cobertura no período de máximo crescimento da planta, tal como descrito anteriormente. Recentemente colocou-se no mercado, o aparelho SPAD-501, de leitura indireta de clorofila e utilizável no campo, havendo uma equação que fornece a quantidade de clorofila e tem sido usada para algumas culturas, tais como arroz, feijão, trigo e batatinha. Os estudos realizados por Furlani Junior *et al.* (1996), evidenciam a eficácia desse aparelho para leituras em outras culturas, no caso, feijão, e que abre oportunidades para estudos com o referido aparelho em outras culturas, como o cafeeiro. Para uma boa calibração do aparelho, é importante que a cultura apresente respostas à níveis crescentes de nitrogênio fornecido. Nesse sentido, os estudos



realizados por Barros *et al.* (1997), evidenciaram a resposta crescente do teor de N em folhas de cafeeiro submetida a doses crescentes de nitrogênio. Desta forma, para 40; 80 e 100 kg de N/ha, obtiveram-se teores foliares de 2,8; 3,0 e 3,2%. Os mesmos autores enfatizaram a necessidade da determinação da qualidade da adubação nitrogenada, principalmente nos sistemas de plantio adensados e super-adensados.

Tais afirmações são reiteradas por Barros *et al.* (1997) que enfatizam a pouca literatura existente sobre a nutrição mineral do cafeeiro nos sistemas adensados e super-adensados.

### 3.2.1. Adubação nitrogenada e sua relação com teores foliares de macronutrientes .

No solo ocorrem fenômenos de natureza química, física ou biológica que afetam os nutrientes vegetais. Nas folhas deficientes em N, de acordo com Accorsi e Haag (1959), há uma quantidade menor de cloroplastos os quais, menores que os encontrados nas folhas normais, mostram cor amarelada o que ajuda a explicar a menor atividade fotossintética. Por outro lado, Malavolta (1986a) relata que o excesso de N provoca alterações nas relações N/P e N/K das folhas e diminuição na produção e que, em plantas em produção, a absorção de P e K segue a curva do nitrogênio. Há duas causas principais para a carência de magnésio no cafeeiro, sendo que, via de regra, quando a absorção de K aumenta a de Mg diminui. A deficiência de Mg induzida pelo excesso de K pode aparecer obviamente quando o teor de Mg no solo é baixo e, por esse motivo, a relação K/Mg nas folhas do cafeeiro apresenta significado especial. O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da adubação nitrogenada sobre os teores foliares de nitrogênio e dos outros macronutrientes em mudas de café.



### 3.2.2. Projeto desenvolvido:

Com base nos trabalhos desenvolvidos durante o curso de pós-graduação em Agronomia junto à disciplina de Nutrição mineral de plantas, efetuou-se a redação de um projeto para a calibração do “clorofilômetro” para o cafeeiro. Nesse sentido, procurou-se inicialmente efetuar a calibração em condições controladas, verificando ainda possíveis interações das doses crescentes de nitrogênio com os demais macronutrientes.

### 3.2.3. Metodologia empregada:

Os tratamentos consistiram nas doses de 0, 70, 140, 210, 280, 350 e 420 mg de sulfato de amônio que foram aplicados em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) c.v. Tupi e Mundo Novo e Catuai. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado com sete/oito tratamentos e dez repetições. Utilizou-se o aparelho Minolta SPAD-501 para as leituras de clorofila. Cada uma das mudas vegetou em recipiente de 3,0 L preenchido com solo peneirado e seco ao ar e que não recebeu adubação mineral nitrogenada. As diferentes doses de N foram dissolvidas em 50ml de água, distribuídos uniformemente sobre a superfície do substrato de cada recipiente. A análise química foi efetuada de acordo com a metodologia descrita por Bataglia *et al.*(1983). As avaliações das leituras de clorofila nas folhas do cafeeiro foram efetuadas nos três pares de folhas da parte superior da folha. Além das leituras de clorofila, efetuou-se a coleta das folhas para a mensuração da área foliar, como também, a massa dos materiais verdes e secos e análise dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S. As leituras de clorofila foram efetuadas, tomando-se 15 leituras por folha. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão e correlação (R) entre as variáveis.



### 3.2.4. Resultados obtidos para o Cultivar Tupi

Uma parte dos resultados obtidos é aqui apresentada, com o objetivo de situar o atual estágio das pesquisas que estão sendo desenvolvidas com o nitrogênio e sua possível correlação com o teor foliar de clorofila e outros macronutrientes.

O teor de N nas folhas da mudas de cafeeiro aumentou conforme o aumento da dose do nutriente aplicada ( $p < 0,05$ ) ( $R^2 = 0,80$ ). Observou-se uma tendência para o aumento dos teores de potássio conforme o aumento da dose do fertilizante aplicado, mostrando o cálcio e o magnésio comportamento inverso. Apesar das baixas correlações obtidas entre as doses de N e os teores de nutrientes nas folhas deve-se salientar a confirmação das alterações da relação N/K decorrente da adubação nitrogenada e a conseqüente diminuição nos teores de Mg conforme relatado por Malavolta (1986b) o que também foi detectado para o cálcio (Figura 1). As correlações obtidas entre os teores foliares de N e K ( $R = 0,45$ ), N e Ca ( $R = -0,38$ ), K e Mg ( $R = -0,33$ ) e K e Ca ( $R = -0,22$ ) confirmam as relações anteriormente descritas. Pode-se verificar também que os teores foliares de enxofre e fósforo não se correlacionaram com as doses de nitrogênio. Pode-se concluir que o aumento de doses de N propicia aumento dos teores foliares de N, bem como altera a relação entre macronutrientes, excetuando-se o enxofre e o fósforo.

A aplicação das doses de sulfato de amônio foi efetuada em 14/09/1999 em cada um dos tratamentos. A avaliação de leitura de clorofila efetuada em 16/09/1999 permite verificar que até aquele momento, o efeito do fertilizante era praticamente imperceptível, como se pode observar através da Figura 2, com um coeficiente de determinação baixo ( $R^2 = 0,03$ ). A avaliação realizada em 22/09/1999, ou seja, oito dias após a aplicação dos tratamentos (Figura 3) permite verificar que inicialmente as doses intermediárias de nitrogênio propiciam os maiores valores de leitura de clorofila.

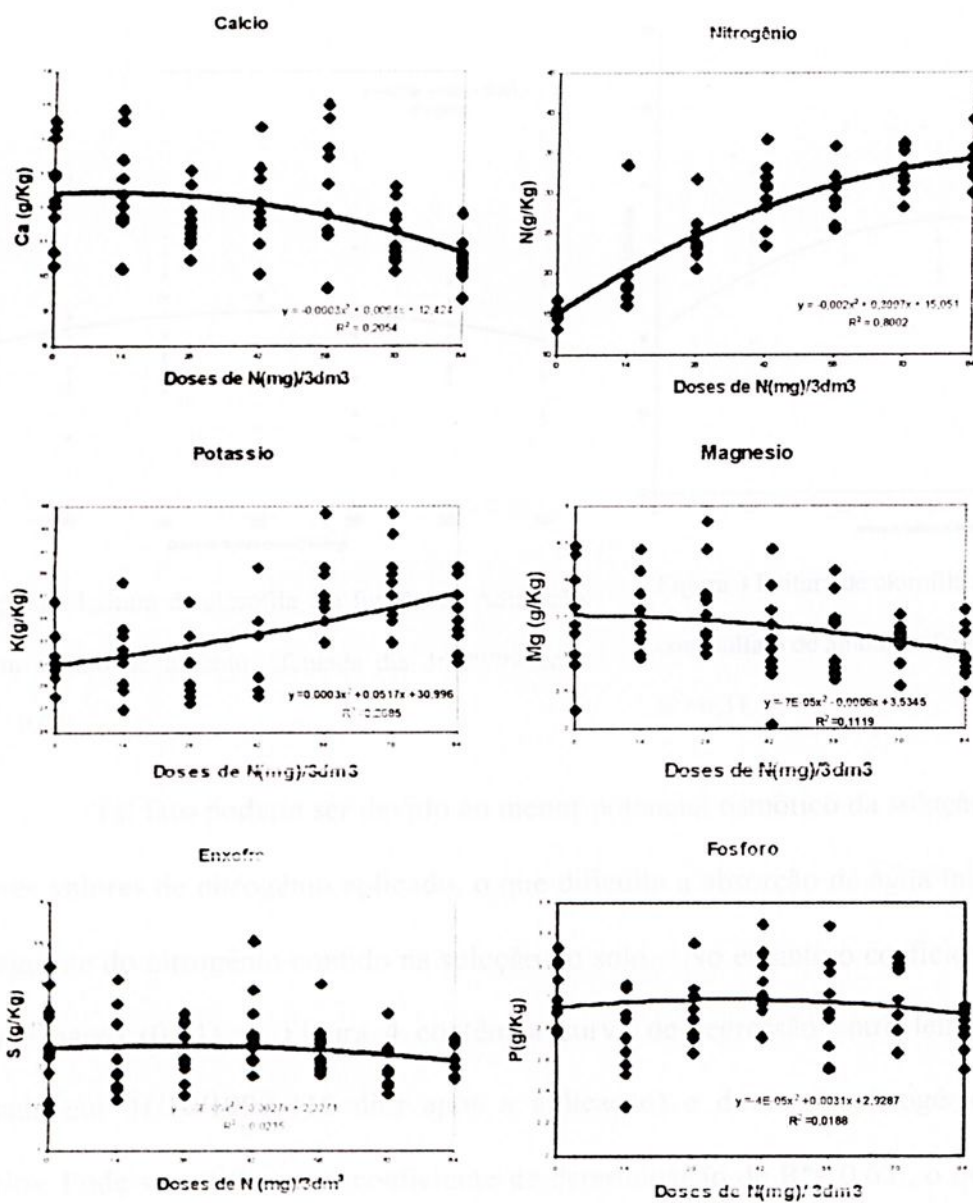


Figura 1. Curvas de resposta dos teores foliares de macronutrientes às doses crescentes de nitrogênio.

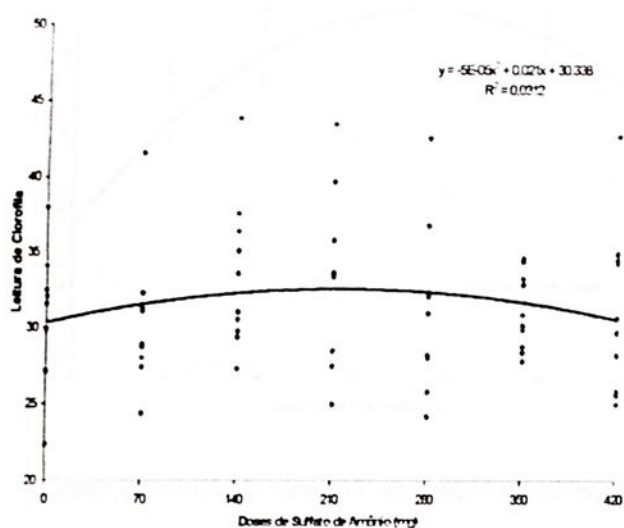


Figura 2. Leitura de clorofila em função de Adubação com sulfato de amônio, efetuada dia 16/09/99 com  $R^2 = 0,03$ .

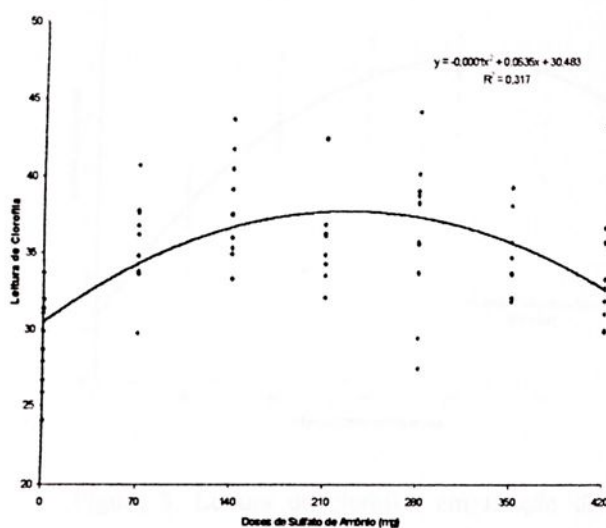


Figura 3. Leitura de clorofila em função de Adubação com sulfato de amônio, efetuada dia 22/9/99 com  $R^2 = 0,31$ .

Tal fato poderia ser devido ao menor potencial osmótico da solução dos solos com maiores valores de nitrogênio aplicado, o que dificulta a absorção de água inicialmente e por conseguinte do nitrogênio contido na solução do solo. No entanto o coeficiente apresentado ainda é baixo (0,31). A Figura 4 contém a curva de regressão entre leituras de clorofila efetuada em 01/10/1999 (16 dias após a aplicação) e doses de nitrogênio aplicadas em cafeeiro. Pode-se verificar um coeficiente de determinação de  $R^2 = 0,62$ , o que indica que à medida em que se aumentam os valores de N aplicado, a planta responde em aumento de leitura de clorofila, provavelmente devido a uma maior absorção do nutriente, a qual deve ter ocorrido após a aplicação.

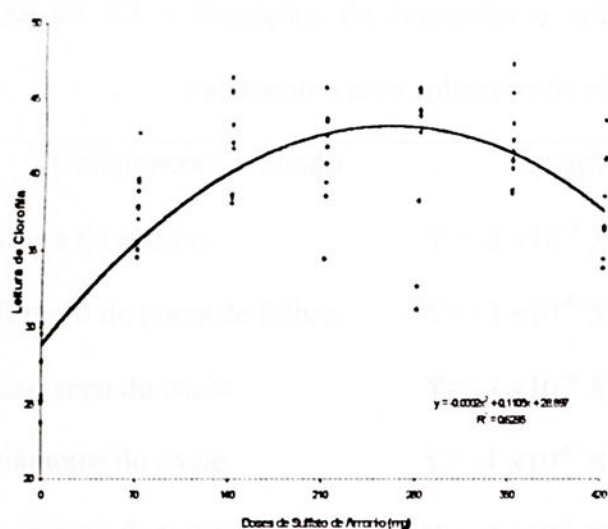


Figura 4. Leitura de clorofila em função de adubação com sulfato de amônio, efetuado dia 01/10/99 com  $R^2 = 0,62$ .

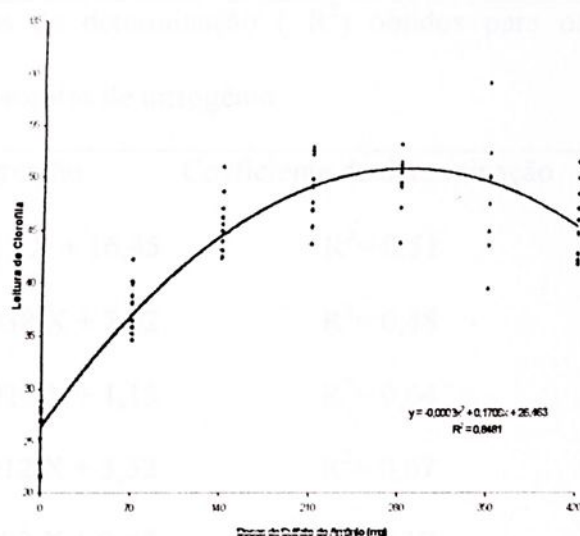


Figura 5. Leitura de clorofila em função de adubação com sulfato de amônio, efetuado dia 14/10/99 com  $R^2 = 0,84$ .

Na avaliação efetuada 29 dias após (Figura 5), obteve-se um excelente coeficiente ( $R^2 = 0,84$ ) e uma tendência de redução da leitura de clorofila com doses superiores a 280 mg de sulfato de amônio. Pode-se verificar também que os maiores coeficientes (Quadro 32) ocorreram entre leituras de clorofila e peso seco do caule (0,64), área foliar (0,60), largura das folhas (0,59) e comprimento das folhas (0,58). Através dos resultados obtidos nessas avaliações preliminares pode-se concluir que a leitura de clorofila pode ser um bom indicativo dos valores de deficiência de nitrogênio em mudas de café, necessitando de um número maior de experimentos para atestar a sua eficiência, o que é o objetivo do presente trabalho.

Quadro 32 – Equações de regressão e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) obtidos para os tratamentos com aplicação de níveis crescentes de nitrogênio.

Componente avaliado	Equação de regressão	Coefficiente de determinação
Altura de plantas	$Y = -2 \times 10^{-5} X^2 + 0,015 X + 16,45$	$R^2 = 0,51$
Número de pares de folhas	$Y = -3 \times 10^{-6} X^2 + 0,0038 X + 7,32$	$R^2 = 0,48$
Peso seco do caule	$Y = -3 \times 10^{-6} X^2 + 0,0029 X + 1,15$	$R^2 = 0,64$
Diâmetro do caule	$Y = -1 \times 10^{-6} X^2 + 0,0012 X + 3,52$	$R^2 = 0,67$
Peso seco de folhas	$Y = -2 \times 10^{-7} X^2 + 0,0002 X + 0,67$	$R^2 = 0,19$
Área foliar	$Y = -4,5 \times 10^{-3} X^2 + 3,36 X + 1727$	$R^2 = 0,60$
Largura das folhas	$Y = -5 \times 10^{-5} X^2 + 0,03 X + 32,36$	$R^2 = 0,59$
Comprimento das folhas	$Y = -1 \times 10^{-4} X^2 + 0,07 X + 78,60$	$R^2 = 0,58$

### 3.2.5. Resultados obtidos para o Cultivar Mundo Novo

A aplicação das doses de sulfato de amônio foi efetuada em 13/04/2000 em cada um dos tratamentos. As equações de regressão e os coeficientes de correlação e de determinação são apresentados no quadro 33 e as curvas de resposta dos teores de clorofila ao nitrogênio na figura 6. Na primeira e segunda leituras praticamente não se observaram diferenças nos teores de clorofila entre as diferentes doses de nitrogênio estudadas, havendo baixa correlação ( $R^2_{(1)}=0,1296$ ;  $R^2_{(2)}=0,2549$ ). Respostas quadráticas dos teores de clorofila para as doses de nitrogênio passaram a ser percebidas a partir da terceira leitura ( $R^2_{(3)}=0,5112$ ), aumentando progressivamente até a sétima leitura ( $R^2_{(6)}=0,77$ ;  $R^2_{(7)}=0,79$ ) a partir da qual pode-se observar um pequeno decréscimo ( $R^2_{(8)}=0,78$ ). A avaliação realizada em 28/04/2000, ou seja, quinze dias após a aplicação dos tratamentos permite verificar que

inicialmente as doses intermediárias de nitrogênio propiciam os maiores valores de leitura de clorofila.

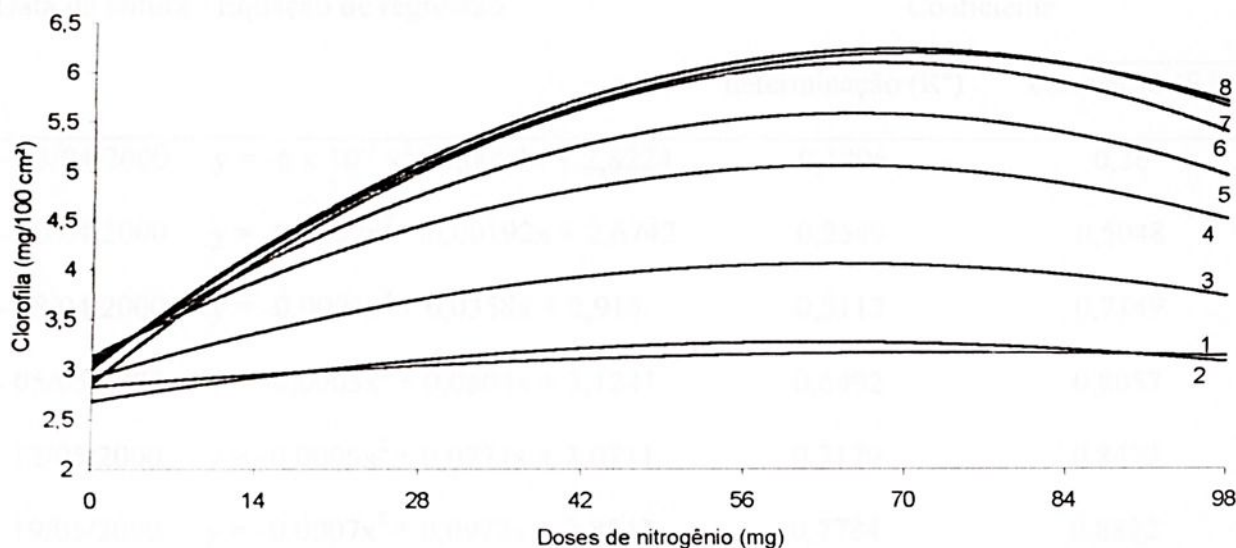


Figura 6. Teores de clorofila em folhas de caféiro (*Coffea arabica* L.) cv Mundo Novo, submetidos a diferentes doses de nitrogênio.

A terceira curva contém a regressão entre leituras de clorofila efetuadas em 28/04/2000 (15 dias após a aplicação) e doses de nitrogênio aplicadas em caféiro, com um coeficiente de determinação  $R^2 = 0,51$ ; o que indica que à medida em que se aumentam os valores de N aplicado, a planta responde em aumento de leitura de clorofila, provavelmente devido a uma maior absorção do nutriente, a qual deve ter ocorrido após a aplicação. Na avaliação efetuada 33 dias após a aplicação do fertilizante, obteve-se um excelente coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,85$ ) e uma tendência de redução da leitura de clorofila com doses superiores a 350 mg de sulfato de amônio.

Quadro 33. Equações de regressão e coeficientes de correlação e determinação entre teores de clorofila doses de nitrogênio aplicadas em café (*Coffea arabica* L. Cv. Mundo Novo).

Data da leitura	Equação de regressão	Coeficiente	
		determinação ( $R^2$ )	correlação (R)
1 - 13/04/2000	$y = -6 \times 10^{-5} x^2 - 0,0093x + 2,8224$	0,1296	0,36
2 - 20/04/2000	$y = -0,0002x^2 + 0,00192x + 2,6742$	0,2549	0,5048
3 - 28/04/2000	$y = -0,0003x^2 + 0,0358x + 2,915$	0,5112	0,7149
4 - 05/05/2000	$y = -0,0005x^2 + 0,0604x + 3,1241$	0,6492	0,8057
5 - 12/05/2000	$y = -0,0006x^2 + 0,0771x + 3,0711$	0,7179	0,8472
6 - 19/05/2000	$y = -0,0007x^2 + 0,0972x + 2,8543$	0,7784	0,8822
7 - 28/05/2000	$y = -0,0007x^2 + 0,0941x + 3,0026$	0,7983	0,8934
8 - 02/06/2000	$y = -0,0006x^2 + 0,0905x + 3,0191$	0,7882	0,8878

### 3.2.6. Resultados obtidos para o Cultivar Catuai

A aplicação das doses de sulfato de amônio foi realizada em 13/04/2000 e a última leitura de clorofila em 02/06/2000. As equações de regressão e os coeficientes de correlação e de determinação são apresentados no Quadro 34 e as curvas de resposta dos teores de clorofila ao nitrogênio na Figura 7. Na primeira e segunda leituras praticamente não se observou diferenças nos teores de clorofila entre as diferentes doses de nitrogênio estudadas, havendo baixa correlação ( $R^2_{(1)}=0,0188$   $R^2_{(2)}=0,0909$ ). Respostas quadráticas dos teores de clorofila para as doses de nitrogênio passaram a ser percebidas a partir da terceira leitura ( $R^2_{(3)}= 0,592$ ), aumentando progressivamente até a sexta leitura ( $R^2_{(4)}= 0,7897$ ,  $R^2_{(5)}= 0,8087$  e  $R^2_{(6)}= 0,8503$ ) quando não mais ocorreram acréscimos.

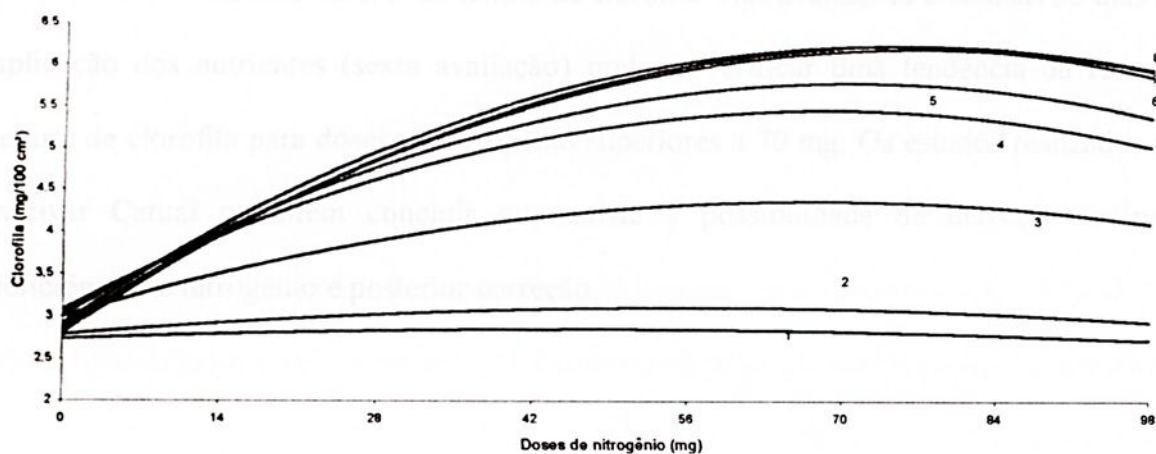


Figura 7. Teores de clorofila em folhas de caféiro (*Coffea arabica* L.) cv Catuai submetidos a diferentes doses de nitrogênio.

Quadro 34. Equações de regressão e coeficientes de correlação e determinação entre teores de clorofila e doses de nitrogênio aplicadas em café (*Coffea arabica* L. cv Catuai)

Data da leitura	Equação de regressão	Coeficiente	
		determinação ( $R^2$ )	correlação (R)
1 - 13/04/2000	$y = -5 \times 10^{-5}x^2 - 0,0051x + 2,7312$	0,0188	0,1371
2 - 20/04/2000	$y = -0,0001x^2 + 0,0116x + 2,7813$	0,0909	0,3014
3 - 28/04/2000	$y = -0,0003x^2 + 0,04x + 3,0009$	0,5920	0,7694
4 - 05/05/2000	$y = -0,0005x^2 + 0,0696x + 3,0741$	0,7897	0,8886
5 - 12/05/2000	$y = -0,0006x^2 + 0,0782x + 3,0138$	0,8087	0,8992
6 - 19/05/2000	$y = -0,0006x^2 + 0,0904x + 2,9074$	0,8503	0,9221
7 - 28/05/2000	$y = -0,0006x^2 + 0,087x + 2,86$	0,8426	0,9179
8 - 02/06/2000	$y = -0,0006x^2 + 0,0903x + 2,8045$	0,8506	0,9222

As equações permitem verificar que as doses acima de 56 mg de nitrogênio propiciaram os maiores valores de leitura de clorofila. Nas avaliações efetuadas 33 dias após a aplicação dos nutrientes (sexta avaliação) pode-se verificar uma tendência da redução da leitura de clorofila para doses de nitrogênio superiores a 70 mg. Os estudos realizados para o cultivar Catuaí permitem concluir que existe a possibilidade de detecção indireta da deficiência de nitrogênio e posterior correção.

#### 4. PRÁTICAS CULTURAIS NA CULTURA DO CAFEIEIRO

##### 4.1. Irrigação em cafeeiro

A cultura do café (*Coffea arabica* L.) tem uma destacada importância no desenvolvimento econômico e social, propiciando um aumento de divisas e um desenvolvimento regional acentuado. Nos últimos anos, as grandes lavouras de café do estado de São Paulo deram lugar à exploração sucroalcooleira, devido aos incentivos governamentais. Além do quadro relatado anteriormente, deve-se enfatizar a migração da cultura para outras regiões, nas quais a mesma conseguiu a sua sustentabilidade. A produtividade nacional, no entanto, é uma média inferior a 10 sacas beneficiadas por ha/ano, contrastada com produtores que conseguem até 50 sacas/ha/ano, devido ao emprego de manejos não convencionais. As práticas do adensamento e da irrigação na cultura do cafeeiro provocam controvérsias devido à necessidade de ajuste dessas práticas para essa cultura. Segundo Matiello (1995), a prática da irrigação não pode ser recomendada extensivamente para regiões aptas no Centro-Sul do País, citando regiões do cerrado em Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul como climaticamente aptas, tanto no aspecto térmico como no balanço hídrico. Deve-se ressaltar que o Noroeste Paulista, que foi no passado uma região produtora de café e contribuiu para o enriquecimento do estado, atualmente, devido às necessidades de adaptação climática, começa a buscar alternativas rentáveis. Devido aos preços obtidos pelo café no ano de 1997, o interesse na exploração cafeeira na região Noroeste tem sido despertada. Devido à ocorrência de veranicos freqüentes, a viabilidade da cultura parece estar associada à necessidade do emprego da irrigação nos períodos críticos de desenvolvimento. Além da prática citada anteriormente, a utilização do aumento do número



de plantas por área tem sido preconizado como uma técnica para melhoria dos níveis produtivos por área.

Batistela Sobrinho & Matiello (1990) trabalhando com época de rega em café arábica (Catuai) nas condições de Alta Floresta, norte do estado de Mato Grosso, concluíram que é recomendável a irrigação do cafeeiro, na região, de maio a julho ou até agosto, para evitar ou diminuir o stress da planta (desfolha, etc.), e verificaram que os tratamentos cobrindo o período de maio a julho e julho a setembro, apresentaram maior número de botões e frutinhos e, depois as maiores produções. Os mesmos autores citam que a seca prolongada pode prejudicar tanto a vegetação quanto o florescimento e produção do cafeeiro, devido a desfolhas, formação de estrelinhas, queda de chumbinho e má granação dos frutos.

Gervásio (1996) verificando o efeito de diferentes lâminas de água no desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em fase de formação, constatou, quatro meses após o início do experimento, que o tratamento correspondente a 1,4 ECA mostrou superioridade em praticamente todos os parâmetros vegetativos avaliados (área foliar, altura, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos), evidenciando o efeito da quantidade de água aplicada no desenvolvimento do cafeeiro em fase de formação. Por outro lado, as plantas referentes aos níveis de aplicação de 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0, já apresentaram sintomas de um possível déficit hídrico. Isto evidencia uma provável resposta do cafeeiro a determinados níveis de umidade no solo, proporcionado pelos diferentes níveis de aplicação de água.

Segundo Reis *et al.* (1990) a escassez ou má distribuição de chuvas durante um ano agrícola, além de prejudicar diretamente o cafeeiro, pode dificultar a execução e a eficiência de certas práticas culturais, como por exemplo a adubação.

Camargo *et al.* (1984) estudando o efeito da época e quantidade de rega em café arábica, nas condições climáticas, de inverno chuvoso e verão seco, de Garanhuns (PE),



observaram que as regas nos períodos críticos, de novembro a janeiro, foram as que resultaram em maiores aumentos de produção.

Camargo & Batistela (1984) em um experimento sobre o efeito da época de rega em café conilon (*Coffea canephora* Pierre), nas condições climáticas tropicais do norte do estado de Mato Grosso, constataram que o melhor tratamento (com rega em todos os meses do período seco) foi significativamente superior aos demais (sem rega em um ou mais meses entre junho e setembro), com exceção do tratamento com regas no auge da seca, em julho e agosto.

Santinato *et al.* (1997) comparando o comportamento vegetativo-produtivo do cafeeiro Catuaí H 2077-2-5/144 cultivado no oeste baiano sob irrigação por pivot central no espaçamento 4 x 0,5 m (5000 pl/ha), com resultados experimentais de cafeeiros tradicionais conhecidos em áreas tradicionais e de cerrado, no oeste baiano, verificaram que os resultados foram praticamente 50 a 60 % superiores em termos de crescimento e cerca de 2,5 vezes sob o aspecto produtividade com 70,1 scs. beneficiadas no período em estudo.

Matiello & Dantas (1987) estudando o desenvolvimento do cafeeiro e do seu sistema radicular, com e sem irrigação, em Brejão (PE), observaram que os parâmetros de produção e crescimento da parte aérea foram bastante superiores nos cafeeiros irrigados, com acréscimo de 49 % na produtividade, 41 % no diâmetro da copa e 39 % na altura das plantas, e que as plantas irrigadas apresentaram um sistema radicular maior, proporcional ao seu maior desenvolvimento da parte aérea, de forma a manter uma relação semelhante parte aérea/sistema radicular em relação às plantas sem irrigação.

A irrigação do café conilon tornou-se a alternativa para o cafeicultor eliminar os riscos provenientes dos constantes períodos de estresse hídricos que tem proporcionado grandes prejuízos à cafeicultura capixaba. Silveira & Carvalho (1996 a,b,c). Os mesmos autores estudando o efeito da época de irrigação sobre o crescimento do ramo plagiotrópico e



da longevidade foliar do café conilon, verificaram que a irrigação não afetou o ritmo de crescimento do café conilon em relação ao não irrigado seguindo o mesmo modelo de crescimento dos frutos. A irrigação do café durante os meses mais secos proporcionou maior taxa de crescimento do que o café não irrigado nesta época. Em outro estudo sobre o efeito da época de irrigação sobre o desenvolvimento do botão floral e floração do café conilon, concluíram que o café não irrigado se caracteriza por apresentar florada mais cedo, em maior número, e com reduzido número de botões florais com dormência permanente; o café irrigado no período seco (indução floral e desenvolvimento do botão floral) retarda o desenvolvimento inicial dos botões florais, mantém cerca de 20 % destes botões florais em dormência permanente e apresenta uma florada mais uniforme; a dormência propicia que botões florais em diferentes estágios, possam alcançar o mesmo grau de desenvolvimento ao final de certo tempo, isto ocasiona uma florada mais uniforme.

A cafeicultura pode sofrer bastante por falta de água no solo em climas marginais por insuficiências sazonais ou eventuais de chuva. Se o tempo decorrer satisfatório, com chuvas suficientes nas várias fases do ciclo vegetativo, as culturas podem vegetar bem e dar elevadas produções. Quando o clima apresenta deficiências hídricas acentuadas em fases críticas da cultura, as irrigações suplementares em cafezais bem cuidados são satisfatórias. A questão é quantificar corretamente as necessidades de chuva nas várias fases fenológicas do cafezal, para que possam ser suplementadas com as regas (Camargo, 1991).

A irrigação é uma prática de uso crescente, nos últimos anos, na cafeicultura brasileira, devido aos problemas de estiagens prolongadas, que vem causando perdas significativas na produtividade. Nas regiões com déficit anual superior a 150-200 mm (áreas marginais) ou naquelas onde ocorrem veranicos frequentes, o enfolhamento das plantas, a frutificação e a granação ficam prejudicadas, sendo preciso utilizar irrigações que suplementem, nos períodos críticos, a água necessária. Vários sistemas de irrigação podem ser



usados na lavoura cafeeira, sendo mais comuns a aspersão e o gotejamento. Nos últimos anos foi adotado também os sistemas de tripas plásticas (tipo Santeno), perfuradas a laser.

Santinato *et al.* (1989) citam que para vegetar e frutificar normalmente, o café arábica necessita encontrar umidade disponível no solo, durante o período de setembro/outubro a abril/maio. Os mesmos autores trabalhando com irrigação de cafezal com o sistema Tripacs (tripa plástica e válvula CS) em região hídrica marginal para café arábica, concluíram que o sistema de irrigação Tripacs foi eficiente em manter a água no solo facilmente disponível ao cafeeiro (AD) entre 50 a 100 % da capacidade de campo (CC) através de irrigações baseadas no balanço hídrico local, e que a irrigação promoveu: abertura de florada induzida, 87 dias antes da florada natural e pegamento normal da ordem de 55 %; crescimento 38,5 cm na altura e 30,3 cm no comprimento dos ramos plagiotrópicos da saia do cafeeiro, respectivamente 18 e 42 % superiores aos cafeeiros não irrigados no período de 11 meses; aumento de 11 vezes na produtividade do cafeeiro além de 15 % de rendimento (litros/saca benef.) e 16 % a mais de peneira acima de 16.

Miguel *et al.* (1996) verificando a influência do “déficit” hídrico em diferentes épocas após a floração, no desenvolvimento de frutos de café, constataram que a suspensão da irrigação, por 30 dias em todos os quatro períodos compreendidos entre 10<sup>a</sup> e 20<sup>a</sup> semanas depois da florada, afetou o desenvolvimento do fruto de café, mas o período em que a falta de água foi mais crítica, está compreendido entre 90 e 120 dias após o florescimento.

Miguel *et al.* (1993) estudando o “déficit” hídrico em diferentes períodos após a floração, no rendimento e na qualidade do café, concluíram que o déficit hídrico em janeiro afetou significamente o rendimento do café com gasto de 52 % a mais em peso de café cereja para produzir uma mesma quantidade de café beneficiado, e que as dimensões dos grãos, tanto na largura quanto no comprimento foram sensivelmente reduzidas nos tratamentos com falta de água, principalmente quando esta ocorreu entre 90 e 120 dias após o florescimento.



Atualmente, em áreas sem condição de mecanização, seja pelo declive do terreno, seja pelo tamanho da lavoura, e, ainda, em área de alto custo da terra, o adensamento é indicado, tendo sido introduzido o super adensamento (10-20 mil pl/ha) e até mesmo o hiper adensamento (20-40 mil pl/ha), porém estes últimos sem base experimental concreta, sobre o comportamento e produtividade dos cafeeiros e sobre o custo/benefício dos sistemas. Santinato *et al.* (1996).

#### 4.2. Espaçamento para o cafeeiro

Segundo Huxley (1969), citado por Rena *et al.* (1986), mesmo com o emprego de métodos e manejo mais avançados, os aumentos de produtividade serão sempre ultrapassados pelos custos de produção, e assim sendo, pode-se inferir que a solução para o problema é o aumento da população de plantas por unidade de área.

Recentemente Romero & Romero (1994), citam que os primeiros plantios adensados no Brasil surgiram na década de 30 em Jacutinga (MG), objetivando a conservação do solo. Desde então, vários trabalhos foram conduzidos objetivando estudar a relação entre a produção de café e o espaçamento adotado. Dessa forma, os critérios que possibilitam ajustar as densidades de plantio, levando em conta os fatores que interferem no desenvolvimento da planta foram definidos apenas recentemente (Androcioli Filho & Siqueira, 1993), podendo ser citados: altitude, variedade, nutrição das plantas, condições edafoclimáticas, nível tecnológico e capacidade de investimento (Androcioli Filho, 1994). O mesmo autor cita que como as formas de recomendação de espaçamento para café adotadas até recentemente não levavam em consideração os fatores mencionados, geralmente são indicados espaçamentos iguais para condições diferentes. Em estudos anteriores Androcioli Filho & Siqueira (1993), propõem uma fórmula matemática para determinação do espaçamento, onde a distância entre linhas é dada pela fórmula  $E = D+L$ , onde E é o espaçamento entre as linhas; D é o diâmetro da copa



do cafeeiro adulto e  $L$  é o espaço livre desejado pelo produtor para manejo da lavoura. As distâncias entre os cafeeiros é dada pela equação  $E = D \cdot 3,1^{-1}$  para uma planta cova e  $E = (D \cdot 3,6^{-1}) \cdot 2$  para duas plantas por cova.

O relato de Carvajal (1984) permite inferir que altas densidades de plantio favorecem ao aumento da produção com variedades de porte baixo, sendo que espaçamentos de 0,84 X 1,68m são bastante comuns, não somente na década de 90, como também desde a década de 60 na Costa Rica . Da mesma forma, a recomendação de um espaçamento depende das condições regionais, assim sendo, no Brasil, o espaçamento a ser adotado depende do manejo futuro que se pretende aplicar, sendo utilizados plantios largos a livre crescimento com poda tardia ou plantios densos com podas regulares, a qual tem mostrado bons resultados. Por outro lado, no Kenya, o espaçamento mais comumente utilizado é 2,75 x 2,75, tanto para pequenos como para grandes plantios (Mitchell, 1976c). Neste país, tais pesquisas sobre plantios adensados se iniciaram em 1959 e os resultados publicados na década de 70 (Mitchell, 1976 a,b,c), concluíram que o espaçamento mais adequado é 1x2m, o que proporciona uma população de 5.000 plantas em um hectare (Mitchell, 1976c).

As densidades de plantio em El Salvador variam de 1587 plantas por hectare (2,32x2,32m) para a variedade Bourbon a 7.143 plantas por hectare (0,84 x 1,68m) para a variedade Pacas. Tal situação, contrasta com aquela verificada na Costa Rica onde as variedades de porte alto como Mundo Novo são plantadas em densidades de 4570 plantas por hectare e as variedades de porte baixo, como Caturra em densidades de 6.000 a 7.143 plantas por hectare (Gutierrez *et al.*, 1975). De modo um modo geral, as melhores produções durante as duas a três primeiras colheitas são alcançadas em densidades de plantio superiores àquelas que apresentam maiores produções nos anos posteriores (Browning & Fisher, 1976), possivelmente devido ao excessivo IAF (índice de área foliar).



A relação entre a colheita e a densidade de plantio, no primeiro ciclo de produção pode ser explicada pela equação sugerida por Hollyday (1960):

$$1/y = a + bp + cp^2$$

Onde a, b e c são coeficientes cujos valores podem ser calculados de um conjunto de dados por regressão quadrática de relação entre a colheita por planta (y) e a densidade de plantio (p) (Browning & Fisher, 1976). Assim sendo, podem ser encontrados resultados como aqueles obtidos por Almeida *et al.* (1983) que retratam uma produção de café em espaçamentos de 2,0 x 0,5m, de até 2,5 vezes superior à produção do espaçamento tradicional (4 x 2,0m) no período de 5 safras e são semelhantes a outros trabalhos como os desenvolvidos por Miguel *et al.* (1983) e Toledo (1979). Por outro lado, existe uma preocupação com a mecanização da cultura em espaçamentos estreitos, assim sendo, quando se deseja aumentar a densidade de plantio sem contudo comprometer a possibilidade de mecanização da lavoura, uma opção favorável é a redução do espaçamento entre covas na linha (Miguel *et al.*, 1987). Siqueira *et al.* (1985) verificaram que em espaçamento 4x1m, as produções foram até 23% superiores ao espaçamento 4x2m nas variedades Catuai Vermelho, Acaiá e Icatú, no período de três colheitas. A mesma tendência pode ser observada em vários experimentos (Scaranari & Nogueira Neto, 1963; Carvalho & Souza, 1980; Pavan *et al.*, 1994).

Além do aumento da produtividade com a diminuição do espaçamento, a distribuição dos cafeeiros na área também é importante. Lazzarini & Moraes (1967) verificaram que espaçamentos, cujas distâncias na linha e entrelinha eram semelhantes, apresentavam maiores produtividades. Entretanto, Uribe & Mestre (1988a) não verificaram diferenças entre plantio com disposição em quadrado ou em retângulo na produção de quatro safras de café. Um dos aspectos mais interessantes quando se efetua um trabalho ou revisão com espaçamento em cafeeiro são contribuições importantes que relatam que a redução nos espaçamentos proporciona menores produções por cova (Salazar & Mestre, 1977) diminuindo

o ciclo bianual de produção (Carvalho & Souza, 1980), como também permitindo uma recuperação mais rápida da lavoura após a ocorrência de geadas (Siqueira *et al.*, 1985b), uma vez que a intensidade dos danos será menor com a diminuição da produção por planta.

Experimentações realizadas no Estado de São Paulo, em 1932, indicaram resultados favoráveis às maiores densidades de plantio, com produção linear crescente até uma densidade de 5.000 plantas por hectare (Scaranari, 1958; Scaranari & Nogueira Neto, 1963). Kabaara (1969) menciona que um dos métodos para elevar a produção de café na América Central e do Sul é o aumento do número de plantas por unidade de área. Tal preconização é levada a efeito na Venezuela onde Garcia *et al.* (1967) também citam a utilização de plantios mais densos como estratégias para o aumento da produção. Bellavita (1968) recomenda plantios com densidades de 5.000 a 6.666 plantas por hectare. Bosque *et al.* (1962) e Rodríguez *et al.* (1966) em ensaios com densidade de plantio de até 5 00 plantas por hectare em Porto Rico, obtiveram os melhores rendimentos com a densidade mais alta.

Na Colômbia, Uribe & Mestre (1988b) em ensaios com densidades de plantio de até 20 000 plantas por hectare, verificaram na média de 4 colheitas, resposta quadrática da produção por área, concluindo ser a densidade de 14.740 plantas por hectare a mais produtiva. Os mesmos autores já haviam concluído que densidades de 10.000 hastes por hectare, independente do sistema para obtê-los, constituía-se como adequada. O maior volume de pesquisas sobre a densidade de plantio em café, talvez tenha sido conduzido no Kênya, motivado por um Seminário sobre Intensificação da Cafeicultura realizado em 1968 (Mitchell, 1976a,b), onde foram apresentados vários trabalhos cobrindo aspectos práticos e teóricos de várias técnicas (Huxley, 1968)

Gathaara (1988), verificou ainda, interação entre a densidade de plantio e a altitude local. Em altitude de 1.800m sobre o nível do mar, 'Caturra' apresentou os melhores resultados em 7.463 plantas por hectare, enquanto 'SL 28' em 3.322 plantas. Já em altitude de



1.600m sobre o nível do mar, ambas as variedades apresentaram melhor desempenho com 5.000 plantas por hectare e em altitude de 1.400m sobre o nível do mar, 'SL 28' apresentou ótima densidade de plantio com 5.000 plantas por hectare contra 7.463 plantas por hectare para 'Caturra'.

Njoroge & Kmenia (1994) também verificaram respostas diferenciadas às densidades de plantio em regiões úmidas com relação a regiões secas, mostrando incrementos na produção até 4.000 plantas por hectare. Contudo, em regiões secas, a produção cai em densidades acima desse patamar, enquanto em regiões úmidas a produção aumenta, porém em menor taxa.

No Brasil, a relação entre a população de caféeiros por unidade de área e a produção, foi objetivo de estudos de longo prazo no Estado de São Paulo (Lazzarini & Moraes, 1967), onde concluíram que a densidade de 6m<sup>2</sup> por cova constituía-se como a mais produtiva. Todavia, Scaranari & Nogueira Neto (1963) verificaram melhores produções com densidades de 5.000 plantas por hectare. Santinato *et al.* (1994), verificaram produções crescentes em função do adensamento até 1m entre ruas e até 0,5 a 0,75m entre plantas na primeira safra. Diferentes variedades comportam-se diferentemente em função da densidade de plantio. Siqueira *et al.* (1990) verificaram produções mais elevadas de Acaia em relação ao Icatu e Catuai Vermelho nas quatro primeiras safras em plantios adensados. Contudo, após 11 colheitas, Icatu demonstrou incrementos lineares na produção até 14.286 plantas por hectare, enquanto Catuai aumentou a produção até 7.143 plantas por hectare. Tal fato pode ser atribuído à característica de resistência à ferrugem na variedade.

Gathaara & Kiara (1984) estudaram os fatores que influenciam a produção em altas densidades de plantio de café e verificaram que o fluxo da radiação fotossinteticamente ativa, através do dossel, diminui acentuadamente com o aumento da densidade de plantio. Aparentemente altera o parcionamento da matéria seca entre frutos e parte vegetativa, já que



folhas de café apresentam fotossíntese líquida em intensidades de luz muito baixas (Kumar & Tieszen, 1976). Enquanto isso, a iniciação de gemas florais requer intensidades de luz mais altas (Cannell, 1972).

Os autores não encontraram diferenças no potencial hídrico da folha como resposta à densidade de plantio. Resultados similares foram obtidos por Fisher & Browning (1978, 1979). Provavelmente, porque o uso de água por unidade de área não é afetado pela densidade de plantio (Gathaara & Kiara, 1984). Dessa forma, a água não é limitante à produção em plantios adensados de forma mais acentuada que em plantios não adensados.

A umidade relativa no interior da lavoura tende a aumentar com o incremento na densidade de plantio, provavelmente devido ao dossel aerodinamicamente mais suave dos plantios adensados. Conseqüentemente, há uma diminuição na taxa de evapotranspiração em plantios com alta densidade.

O crescimento de ramos primários é maior no topo da planta em maiores densidades de plantio, enquanto na região mediana e na parte de baixo da planta o comportamento é inverso, o mesmo ocorrendo com o número de frutos por nó. O maior crescimento do topo da planta, provoca sombreamento e conseqüente diminuição no fluxo de luz ao longo do dossel (Gathaara & Kiara, 1984), diminuindo com isso, os parâmetros que suportam a produção na parte de baixo do dossel em plantios adensados, já que menor número de gemas florais são iniciados sob sombra que quanto bem iluminadas (Huxley, 1968; Cannell, 1972).

Práticas culturais que reduzem o número de nós produzidos e frutos por nó reduzem a produção final, os nós produzidos constituem o componente de produção mais importante na resposta à variação da produção em função de práticas culturais (Cannell, 1973). Resultados semelhantes foram observados por Kuguru *et al.* (1978).



É importante lembrar que os aspectos acima mencionados reduzem a produção considerando-se apenas a planta, o que pode ser favorável em virtude de reduzir a bianuidade de produção (Carvalho & Souza, 1980). Todavia a produtividade leva em consideração a densidade de plantio. Assim, apesar da menor produção por planta, a produção por área é incrementada com o adensamento.

O aumento da densidade de plantio oferece maior proteção ao solo devido à maior cobertura proporcionada pelo próprio cafeeiro e pelo maior número de folhas que caem no chão, diminuindo a erosão, a temperatura do solo, a lixiviação e volatilização, a evaporação da água, e intensifica a reciclagem de nutrientes, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo, aumentando a estabilidade dos agregados, pH, cálcio, magnésio e potássio, diminuindo o alumínio trocável (Pavan *et al.*, 1991; Pavan *et al.*, 1993).

Além disso, a manutenção da umidade nas camadas superficiais e a maior quantidade de raízes com melhor distribuição por volume de solo, contribuem para aumentar a eficiência de aproveitamento de nutrientes, quando se aumenta a densidade de plantio (Androcioli Filho, 1994).

Em Cuba, o aumento de 5.000 para 10.000 plantas por hectare aumentou a quantidade de raízes absorventes na área cultivada e o aproveitamento, pelos cafeeiros, do nitrogênio total aplicado no solo aumentou de 55% para 71% respectivamente da menor para a maior densidade (Rivera, 1993).

Em função da maior eficiência no uso de fertilizantes nos plantios adensados, devido à melhorias no solo e no sistema radicular, Pavan *et al.* (1994) verificaram produções superiores, na média, de nove colheitas, com populações de 6.667 plantas por hectare e dosagem mediana de fertilizantes químicos que em densidades de 3.333 e 2.222 plantas por hectare com alta dosagens de fertilizantes.



Os resultados obtidos por Fisher & Browning (1978) evidenciam que as maiores densidades de plantio, podem ser mais favoráveis em áreas com clima árido. Kumar (1979) enfatiza que o sistema adensado não causa um balanço híbrido desfavorável devido ao fato do sistema radicular no sistema adensado ser mais profundo, menor transpiração e evaporação e menor desenvolvimento de plantas daninhas.

#### 4.3. Projeto desenvolvido

Após a revisão de literatura sobre espaçamento e irrigação em cafeeiro e a detecção de demanda de pesquisas nessa área, efetuou-se o planejamento e redação técnica de um projeto para atendimento das necessidades regionais.

#### 4.4. Metodologia empregada

O presente trabalho está sendo desenvolvido em uma área Experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa, localizada no município de Selvíria-MS com coordenadas geográficas 20°22' de latitude Sul e 51°22' de longitude Oeste e com altitude média de 335m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24.5°C, precipitação média anual de 1.232mm e umidade relativa média anual de 64.8% (Hernandez *et al.*, 1995). O experimento foi instalado no delineamento em blocos ao acaso seguindo o esquema esquema fatorial 2x4, sendo o primeiro fator a irrigação e o segundo os espaçamentos, utilizando 4 repetições, perfazendo um total de 8 tratamentos. Foram considerados os tratamentos irrigados e sem irrigação suplementar como fator

principal e no segundo fator os espaçamentos entre linhas variando entre 1,75 a 4,0m. Dessa maneira os tratamentos empregados estão discriminados no quadro 35. A irrigação está sendo feita através do sistema de gotejamento com uma linha de gotejadores por planta. As irrigações são feitas às segundas, quartas e sextas-feiras e o tempo de irrigação calculado segundo a expressão que toma como base o balanço hídrico da cultura:

Quadro 35- Tratamentos utilizados no experimento com espaçamentos e sistemas de manejo da irrigação na região de Ilha Solteira-SP.

Número do tratamento	Espaçamentos ( entre linhas x entre plantas)	Manejo da irrigação
1	4,00 X 0,75	Irrigado
2	4,00 X 0,75	não irrigado
3	2,00 X 0,75	Irrigado
4	2,00 X 0,75	não irrigado
5	3,50 X 0,75	Irrigado
6	3,50 X 0,75	não irrigado
7	1,75 X 0,75	Irrigado
8	1,75 X 0,75	não irrigado

O espaçamento entre plantas na linha foi de 0,75m em todos os tratamentos. Cada parcela foi constituída de quatro linhas com 10m de comprimento. Para as avaliações necessárias, utilizaram-se as duas linhas centrais de cada parcela, utilizando os 6,0m de comprimento centrais, tendo sido avaliadas 10 plantas por parcela (Quadro 36).

A área experimental começou a ser preparada no mês de fevereiro de 1998, através de arações e gradagens. Procedendo-se a análise de solo, obtendo-se as recomendações para adubação e calagem. Efetuou-se as marcações dos blocos e das parcelas, discriminando espaçamentos e manejos com e sem irrigação. Foram abertos os sulcos e preparadas as covas para plantio de acordo com os espaçamentos estabelecidos.



Quadro 36- Número de plantas por área obtido para os diferentes tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação na região de Ilha Solteira - SP

Fator Irrigação	Fator Espaçamento entrelinhas	Número de plantas/ha
não irrigado	1,75 m	7618
não irrigado	2,00 m	6666
não irrigado	3,50 m	3809
não irrigado	4,00 m	3333
Irrigado	1,75 m	7618
Irrigado	2,00 m	6666
Irrigado	3,50 m	3809
Irrigado	4,00 m	3333

Foram utilizadas mudas da variedade de café Mundo Novo, devido à disponibilidade de sementes para formação de mudas no período. As sementes foram colocadas em germinadores de arcia e após a emergência, apresentando as folhas cotiledonares características (estágio de orelha de onça), foram transplantadas para sacos de polietileno, nos quais foram conduzidas até o estágio de 5 a 6 pares de folhas, sendo então submetidas a um período de 15 dias de aclimação, retirando-se as mudas do viveiro com cobertura de sombrite (50 %). Após a aclimação, as mudas foram plantadas com no mínimo 6 pares de folhas em covas preparadas com substrato contendo adubo orgânico e mineral. O plantio foi efetuado em julho de 1998, com o solo em condições adequadas de umidade para o desenvolvimento das mudas. A irrigação da área experimental nos tratamentos pertinentes, está sendo efetuada com a utilização de tubos com gotejadores acoplados com a vazão de 2 L/h. De acordo com o estágio atual das plantas, pode-se avaliar os seguintes parâmetros:

altura de plantas, comprimento de ramos plagiotrópicos do terço médio das plantas, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, número de pares de folhas de ramos plagiotrópicos do terço médio das plantas, distância entre linhas, produtividade de café em coco. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância convencional com médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.5. Resultados obtidos

No quadro 37 constam os valores médios de altura de plantas obtidos em 20/09/2000, podendo-se verificar que não houve uma diferença estatisticamente significativa entre plantas submetidas aos diferentes tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação. Embora os resultados não sejam significativos, pode-se verificar uma tendência das plantas submetidas à irrigação apresentarem uma maior altura de planta.

Quadro 37 – Valores médios de altura de planta (cm) obtidos para tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação na região de Ilha Solteira - SP em 20/09/2000.

Espaçamentos	Manejo da irrigação		Média
	Com irrigação	sem irrigação	
4,00 x 0,75	97.38	93.31	95.34 <sup>a</sup>
3,50 x 0,75	105.51	90.61	98.06 <sup>a</sup>
2,00 x 0,75	99.19	100.73	99.96 <sup>a</sup>
1,75 x 0,75	100.80	92.5	96,65 <sup>a</sup>
Média	100.72 a	94.29 a	



No quadro 38 constam os valores médios do diâmetro do caule obtidos para tratamentos em setembro de 2000, podendo-se verificar que os tratamentos irrigados propiciaram um valor de diâmetro do caule significativamente superior àquele obtido com plantas não irrigadas, com uma diferença de praticamente 3 cm em média.

Quadro 38 – Valores médios de diâmetro de caule (cm) obtidos para tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação na região de Ilha Solteira - SP.

Espaçamentos	Manejo da irrigação		Média
	Com irrigação	sem irrigação	
4,00 x 0,75	15.28	14.20	14.74 a
3,50 x 0,75	17.33	12.51	14.92 a
2,00 x 0,75	14.86	14.60	14.73 a
1,75 x 0,75	15.87	14.17	15.02 a
Média	15.83 a	13.87 b	

O número médio de ramos plagiotrópicos obtido em setembro de 2000 não evidenciou diferenças significativas de acordo com os dados apresentados no quadro 39.

Quadro 39 - Valores médios do número de pares de ramos plagiotrópicos obtidos para tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação na região de Ilha Solteira-SP.

Espaçamentos	Manejo da irrigação		Média
	Com irrigação	sem irrigação	
4,00 x 0,75	18.88	20.40	19.64 a
3,50 x 0,75	20.80	20.15	20.48 a
2,00 x 0,75	19.35	20.45	19.90 a
1,75 x 0,75	18.52	19.46	18.99 a
Média	19,39 a	20.11 a	



O número médio de pares de folhas não foi afetado pelos tratamentos com irrigação e espaçamentos na avaliação realizada em setembro de 2000 (Quadro 40).

Quadro 40—Valores médios do número de pares de folhas obtidos para tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação na região de Ilha Solteira - SP.

Espaçamentos	Manejo da irrigação		Média
	Com irrigação	sem irrigação	
4,00 x 0,75	10.54	11.96	11.25 a
3,50 x 0,75	12.19	11.32	11.76 a
2,00 x 0,75	9.90	12.15	11.02 a
1,75 x 0,75	11.47	12.09	11.78 a
Média	11.03 a	11.88 a	

Da mesma forma, os valores médios do comprimento de ramos plagiotrópicos não foi afetado na avaliação realizada em setembro de 2000 (Quadro 41).

Quadro 41—Valores médios do comprimento dos ramos plagiotrópicos obtidos para tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação na região de Ilha Solteira - SP.

Espaçamentos	Manejo da irrigação		Média
	Com irrigação	sem irrigação	
4,00 x 0,75	29.98	31.26	30.62 a
3,50 x 0,75	35.79	28.99	32.39 a
2,00 x 0,75	29.10	34.51	31.80 a
1,75 x 0,75	33.56	33.22	33.39 a
Média	32.11 a	32.00 a	

Quadro 42 – Valores médios de espaçamento entre linhas (cm) obtidos para tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação na região de Ilha Solteira - SP.

Espaçamentos	Manejo da irrigação		Média
	Com irrigação	sem irrigação	
4,00 x 0,75	296.00	321.88	308.94 a
3,50 x 0,75	242.25	277.75	260.00 b
2,00 x 0,75	113.95	124.51	119.26 c
1,75 x 0,75	99.64	93.95	96.79 c
<b>Média</b>	<b>187.96 b</b>	<b>204.52 a</b>	

A avaliação realizada em setembro de 2000 permitiu constatar que houve uma redução dos espaçamentos entre linha obtidos na primeira avaliação para a segunda, não ocorrendo diferença significativa entre os espaçamentos de 1,75 e 2,00 m. Verificou-se ainda um maior fechamento entre linhas para o tratamento com irrigação, indicando um efeito positivo da irrigação sobre o crescimento de plantas de cafeeiro (Quadro 42).

O número médio de flores obtido na primeira florada observada em 14/08/2000 está contido no quadro 43, podendo-se constatar uma diferença significativa entre os tratamentos irrigado e não irrigado. Assim sendo, o tratamento que foi mantido irrigado durante o período seco apresentou um número de flores inferior àquele mantido sobre condições de ambiente e que após a chuva possibilitou o aparecimento de um número expressivo de flores. O resultado indica que a maturação de gemas ocorreu primeiro no tratamento mantido sob condições de ambiente.

O quadro 44 contém a contagem de flores obtida em 20/09/2000, e que permite constatar que o tratamento irrigado apresentou o maior número de flores quando comparado ao sistema não irrigado. Pode-se verificar que a irrigação constante durante o período seco atrasa o florescimento em cerca de trinta dias.



Quadro 43–Valores médios do numero de flores contadas na primeira florada observada em 14/08/2000 obtidos para tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação na região de Ilha Solteira - SP.

Espaçamentos	Manejo da irrigação		Média
	Com irrigação	sem irrigação	
4,00 x 0,75	2.90	21.60	12.25 a
3,50 x 0,75	3.42	19.40	11.41 a
2,00 x 0,75	3.15	15.12	9.13 a
1,75 x 0,75	3.60	30.87	17.23 a
<b>Média</b>	<b>3.26 b</b>	<b>21.75 a</b>	

Quadro 44–Valores médios do numero de flores contadas na segunda florada observada em 20/09/2000 obtidos para tratamentos com espaçamentos e manejos de irrigação na região de Ilha Solteira - SP.

Espaçamentos	Manejo da irrigação		Média
	Com irrigação	sem irrigação	
4,00 x 0,75	21.70	2.17	11.93 a
3,50 x 0,75	26.32	1.20	13.76 a
2,00 x 0,75	16.22	5.55	10.88 a
1,75 x 0,75	21.65	2.55	12.10 a
<b>Média</b>	<b>21.47 a</b>	<b>2.86 b</b>	

## 5. ESTUDOS COM FISILOGIA DA MATURAÇÃO E APLICAÇÃO DE ETILENO EM FRUTOS DOS CULTIVARES MUNDO NOVO E CATUAÍ

Há muito tempo já se sabia que algumas substâncias simples afetavam o crescimento de plantas, mas somente depois do aperfeiçoamento de técnicas sensíveis para a sua detecção e para a medida de sua concentração é que ficou claro que o etileno é uma dessas substâncias. O advento da técnica de cromatografia de gás revolucionou o estudo do papel do etileno em plantas e o resultado é que há agora um grande e renovado interesse pelo etileno como hormônio vegetal, que é um gás e está envolvido na senescência foliar e no amadurecimento de frutos, (Ferri, 1979).

A colheita de café não é normalmente efetuada de uma vez porque, comumente, a planta floresce em dois ou três fluxos, resultando em diversidade na maturação. A falta de uniformidade dos frutos colhidos prejudica a qualidade da bebida de café, deste modo, considera-se que qualquer regulador vegetal que promove uma uniformidade na maturação dos frutos de cafeeiro, pode aumentar a eficiência da colheita manual ou mecanizada, melhorando a qualidade e o preço de comercialização do produto (Castro et al, 1981).

A utilização de estimulantes vegetais tem sido incrementada na agricultura visando aumentos qualitativos na produção. Estes produtos químicos são geralmente aplicados em cultivos que atingiram alto nível técnico, devendo ser utilizados de maneira uniforme e sob condições ambientais amenas, uma vez que alterações climáticas podem mascarar os efeitos desses estimuladores (Castro *et al.*, 1987).

O produto comercial mais utilizado, tem em sua composição o ácido 2-cloroetilfosfônico, que nos vegetais, atua liberando etileno, e o mesmo atua em diferentes processos, podendo acelerar a maturação dos tecidos vegetais (Burg & Burg, 1965 ) citados por Lucchesi et al (1984).



Esse trabalho tem como finalidade buscar maior uniformidade dos frutos de café (*Coffea arabica*) no momento da colheita, principalmente na mecanizada, através do uso de etileno em diferentes épocas de aplicação, por ser o café um dos principais produtos da economia nacional.

### 5.1. Maturação de frutos e aplicação de etileno

O etileno causa amadurecimento de frutos adultos, mas ainda imaturos. Os frutos em processo de amadurecimento produzem grande quantidade de etileno. O aumento do etileno precede o aumento da taxa de respiração. Um tratamento breve com etileno durante a embebição acelera ou aumenta a germinação de muitas sementes. As de *Cucumis anguria* não germinam em luz, mas se forem embebidas em ethrel, ocorre germinação em luz. A germinação também ocorre com tratamento com giberilinas. O efeito promotor do etileno seria aumentar a liberação e o movimento de enzimas cuja síntese é induzida por giberilinas. Por exemplo, a giberilina induziria a síntese de  $\alpha$ -amilase e o etileno aumentaria o movimento dessa enzima (Ferri, 1979).

Astolfi (1981), verificou que os frutos de café atingem a maturidade fisiológica com teor máximo de matéria seca e germinação num período compreendido entre 180 a 195 dias após o florescimento. Estudos sobre a maturação de sementes têm demonstrado que a maturidade fisiológica da semente é atingida antes do ponto de colheita e de acordo com Shaw & Loomis (1950) e Grabe (1956) citados por Astolfi (1981), ela é observada quando a semente apresenta maior teor de matéria seca.

Castro *et al.*(1981), em um trabalho sobre efeitos de ethephon e uréia na maturação de frutos e abscisão foliar do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), concluíram que a aplicação de ethephon promove precocidade na maturação dos frutos; combinação de

ethephon com uréia incrementa o efeito do regulador vegetal; altas concentrações de ethephon promovem abscisão foliar, sendo que baixas concentrações podem reduzir a queda de folhas; os tratamentos não afetam o desenvolvimento e a produção da safra seguinte.

O valor das populações resultantes de hibridações naturais entre os cultivres Sumatra e Bourbon Vermelho foi ressaltado por Carvalho *et al.* (1984) que tiveram oportunidade de estudar progênies derivadas de plantas matrizes selecionadas nessas populações. As investigações sobre esse material permitiram avaliar a sua potencialidade, isto é, adaptações rusticidade, longevidade e produção, e concluir que se tratava de café de interesse econômico para o Estado de São Paulo.

Chaves & Sarruge (1984), destacaram que durante a fase de maturação dos frutos, o cafeeiro perde grande quantidade de folhas. Pesquisas desenvolvidas por Huerta (1963), Loné (1958) e Bonnet (1969) citados por Chaves & Sarruge (1984) mostram que as concentrações foliares dos principais macronutrientes diminuem, à medida que os frutos caminham para a maturação. Esta redução do nível de nutrientes nos tecidos foliares, redistribuídos principalmente para os frutos, é uma das principais causas de queda das folhas.

Lucchesi *et al.* (1984), em um trabalho sobre efeitos do ácido 2-cloroetilfosfônico na maturação de folhas em cultura de fumo (*Nicotina tabacum* L.) afirmaram que o regulador vegetal utilizado promoveu um amadurecimento mais precoce, antecipando e uniformizando a colheita das folhas de fumo, independente das concentrações utilizadas, que não diferiram entre si.

Segundo Siqueira *et al.* (1985 a,b), a maturação dos frutos de café no Estado do Paraná, normalmente é desuniforme e tardia. Esta maturação desuniforme, aliada à falta de um período seco do ano bem definido na colheita, tem resultado em grandes prejuízos na classificação comercial de grãos de café.



Castro *et al.* (1987), em um trabalho sobre ação de estimulante vegetal em cafeeiro (*Coffea arabica* cv. Mundo Novo) e soja (*Glycine max* cv. Bilox) verificaram que, o estimulante vegetal aplicado na dosagem de 1,0 l/ha em janeiro e março aumenta a porcentagem de frutos secos observados em 12 de junho. Respond 1,5 l/ha, aplicado em março, promove incremento na porcentagem de frutos verdes em 16 de julho; nesta data Respond 1,0 l/ha, aplicado em janeiro e março 1,5 l/ha e 1,0 l/ha aplicados em janeiro aumentam a porcentagem de frutos secos. Aplicação de Respond 1,0 l/ha em março e 1,0 l/ha em janeiro e março, incrementam o número de frutos secos em 23 de agosto.

Não havendo outros fatores limitantes, a nutrição nitrogenada promove o rápido desenvolvimento da planta, o aumento dos lançamentos dos ramos frutíferos, o número de gemas florais, a formação abundante de folhas e, conseqüentemente, o aumento da produtividade do cafeeiro, Malavolta et al (1974) citados por Carelli *et al.* (1989).

Os mesmos autores relataram que as oscilações na atividade da redutase de nitrato durante o ciclo da planta foram bem mais acentuados nas folhas dos ramos com frutos, indicando que a atividade da enzima é fortemente influenciada pelo estágio fisiológico ou ontogenia de plantas de café.

Hernandez *et al.* (1989), enfatizaram que, a forte e direta resposta do estômato à diferença de pressão de vapor (VPD) em plantas de café (*Coffea arabica* L), chá (*Camellia sinensis* L) e cacau (*Theobroma cacao* L) tem implicações significantes para performance destas três plantas sob condições de campo onde elas são normalmente cultivadas.

Pasqual & Barros (1991), citaram que as técnicas de cultura de tecidos têm possibilitado a obtenção de grande número de plantas, em curto espaço de tempo para diversas espécies. Outra vantagem importante da propagação vegetativa é a uniformidade genética das plantas obtidas.



O relato de Acuña (1992), permite concluir que durante o período compreendido entre a retirada dos frutos (desbaste) e a colheita das amostras foliares, as concentrações dos diferentes macronutrientes sofreram alterações. Na época de maturação dos frutos houve aumento na concentração de nitrogênio com teores maiores que dois dias após o desbaste dos frutos e antes da colheita dos frutos. Da mesma forma, Leite & Carvalho (1994) enfatizam que, diversos fatores, principalmente os que atuam após a colheita do café, têm sido demonstrados como causadores de modificações químicas indesejáveis e detrimenais à sua qualidade. Algumas técnicas utilizadas após a colheita, como a separação de frutos em seus diferentes estádios de maturação, e o despulpamento dos frutos maduros, têm-se mostrados eficientes na melhoria da qualidade da bebida do café.

O trabalho de Alvarenga (1995), sobre avaliação de progênies de café Icatu, em Viçosa, Minas Gerais, permitiu inferir que as progênies do café Icatu, de maneira geral, mostraram estreita relação com as testemunhas Mundo Novo e Catuaí, indicando a semelhança de seus ciclos de maturação com os cultivares utilizados como testemunha.

## 5.2. Projeto desenvolvido

O Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo que atualmente, faz-se necessário o incremento de pesquisas em áreas de cerrado no sentido de estudar a maturação de frutos dos principais cultivares plantados. A expansão da cultura do café para essas regiões tem sido feita sem o devido embasamento técnico quanto à tecnologia cultural adequada em função das novas características de clima e solo. Estudos que venham a apresentar dados sobre o comportamento de cultivares de café submetidos a estas condições são de suma importância. Assim sendo planejou-se um experimento que pudesse estudar paralelamente a maturação de frutos dos cultivares Catuaí e Mundo Novo, bem como avaliar a possibilidade de aplicação de maturador na região de Ilha Solteira - SP.



## 5.4. Resultados obtidos

### 5.4.1. Maturação de frutos

Na primeira coleta (dezembro/99), foi observado um valor médio de 55,15 e 26,66 frutos/ramo respectivamente para Catuai e Mundo Novo. Sendo 49,58% de frutos chumbinho e 50,42% de frutos verdes com uma média de 81,12% de umidade no Catuai e 14,25% de frutos chumbinho, 85,75% de frutos verdes com 79,50% de umidade no Mundo Novo. Na segunda coleta (janeiro/2000), foi observado uma média de 52,07 frutos/ramo de Catuai e 40,28 no Mundo Novo. Sendo 0,81% de frutos chumbinho e 99,19% de frutos verdes possuindo uma média de 77,54% de umidade no Catuai e 100% de frutos verdes com uma média de 70,35% de umidade no Mundo Novo. Na terceira coleta (fevereiro/2000) foi observada uma média de 45,72 frutos/ramo de Catuai e 17,35 no Mundo Novo, sendo 1,66% de frutos chumbinho, 97,56% de frutos verde e 0,78% de frutos cereja, possuindo uma média de 74,50% de umidade no Catuai e 99,58% de frutos verdes e 0,42% de frutos cereja possuindo uma média de 68,99% de umidade no Mundo Novo. Na quarta coleta (março/2000), foi observado uma média de 44,76 e 17,64 frutos/ramo respectivamente de Catuai e Mundo Novo, sendo 90,88% de frutos verdes e 9,12% de frutos cereja com média de 70,54% de umidade para o Catuai e 93,52% de frutos verdes, 6,48% de frutos cereja com 64,96% de umidade no Mundo Novo. Na quinta coleta (abril/2000), foi observado uma média de 33,64 frutos/ramo do Catuai e 19,80 no Mundo Novo. Sendo 10,82% de frutos verdes, 78,95% de fruto cereja e 10,23% de frutos coquinho possuindo uma média de 63,95% de umidade no Catuai e 2,52% de frutos verdes, 54,04% de frutos cereja e 43,44% de frutos coquinho possuindo em média 58,30% de umidade no Mundo Novo. Na sexta coleta (maio/2000) foi observado uma média de 31,32 frutos/ramo do Catuai e 18,30 no Mundo Novo. Sendo 1,27% de frutos verdes, 42,78% de fruto cereja e 55,95% de frutos coquinho



## 5.4. Resultados obtidos

### 5.4.1. Maturação de frutos

Na primeira coleta (dezembro/99), foi observado um valor médio de 55,15 e 26,66 frutos/ramo respectivamente para Catuaí e Mundo Novo. Sendo 49,58% de frutos chumbinho e 50,42% de frutos verdes com uma média de 81,12% de umidade no Catuaí e 14,25% de frutos chumbinho, 85,75% de frutos verdes com 79,50% de umidade no Mundo Novo. Na segunda coleta (janeiro/2000), foi observado uma média de 52,07 frutos/ramo de Catuaí e 40,28 no Mundo Novo. Sendo 0,81% de frutos chumbinho e 99,19% de frutos verdes possuindo uma média de 77,54% de umidade no Catuaí e 100% de frutos verdes com uma média de 70,35% de umidade no Mundo Novo. Na terceira coleta (fevereiro/2000) foi observada uma média de 45,72 frutos/ramo de Catuaí e 17,35 no Mundo Novo, sendo 1,66% de frutos chumbinho, 97,56% de frutos verde e 0,78% de frutos cereja, possuindo uma média de 74,50% de umidade no Catuaí e 99,58% de frutos verdes e 0,42% de frutos cereja possuindo uma média de 68,99% de umidade no Mundo Novo. Na quarta coleta (março/2000), foi observado uma média de 44,76 e 17,64 frutos/ramo respectivamente de Catuaí e Mundo Novo, sendo 90,88% de frutos verdes e 9,12% de frutos cereja com média de 70,54% de umidade para o Catuaí e 93,52% de frutos verdes, 6,48% de frutos cereja com 64,96% de umidade no Mundo Novo. Na quinta coleta (abril/2000), foi observado uma média de 33,64 frutos/ramo do Catuaí e 19,80 no Mundo Novo. Sendo 10,82% de frutos verdes, 78,95% de fruto cereja e 10,23% de frutos coquinho possuindo uma média de 63,95% de umidade no Catuaí e 2,52% de frutos verdes, 54,04% de frutos cereja e 43,44% de frutos coquinho possuindo em média 58,30% de umidade no Mundo Novo. Na sexta coleta (maio/2000) foi observado uma média de 31,32 frutos/ramo do Catuaí e 18,30 no Mundo Novo. Sendo 1,27% de frutos verdes, 42,78% de fruto cereja e 55,95% de frutos coquinho



possuindo uma média de 58,43% de umidade no Catuaí e 0,435 de frutos verdes, 13,44 de frutos cereja e 86,13% de frutos coquinho possuindo em média 34,56 de umidade no Mundo Novo (Quadro 45).

#### 5.4.2. Aplicação de Etileno

Os dados referentes à quantidade e peso de frutos em diferentes estágios de maturação estão contidos nas figuras 8 e 9 e quadro 46. Pode-se verificar que para a porcentagem do peso total de frutos colhidos, ocorreu uma redução de 13,79 % para 7,51 % do tratamento sem a aplicação de etileno para a primeira época de aplicação, o que significa quase 45,54 % de redução do peso de frutos verdes presentes na colheita. O tratamento 3 foi o que apresentou a menor porcentagem em peso de frutos verdes na colheita ( 3,98 % ). A aplicação do etileno realizada na época 5 proporcionou um aumento na porcentagem do peso de verdes por ocasião da colheita. A porcentagem em peso para fruto do tipo passa apresentou o maior valor para o tratamento 5 (aplicação aos 180 dias) , no entanto, nessa fase ocorre um aumento concomitante do peso de frutos tipo verde. Pode-se inferir nesse caso, que a melhor época de aplicação seria para os tratamentos 3 e 4 (respectivamente 100 e 140 dias após o florescimento). Ocorrendo tal fenômeno nos dois anos agrícolas em que foi desenvolvido o experimento.

No que se refere ao número de frutos, pode-se observar que a aplicação de etileno aos 100 dias após o florescimento (tratamento 3) propiciou uma redução de 46 % no número de frutos verdes por ocasião da colheita, sendo que à medida em que se efetuou a aplicação aos 180 dias após o florescimento, ocorreu um aumento no número de frutos verdes presentes na colheita. Através dos dados obtidos, pode-se inferir que a aplicação de etileno é eficiente em reduzir o número de frutos verdes presentes na colheita e que a mesma deve ser realizada preferencialmente até 140 dias após o florescimento.



Quadro 45 - Valores médios de número de frutos/ramo, % de frutos tipo chumbinho, % de frutos tipo verde, % de frutos tipo cereja, % de frutos tipo coquinho e % de unidade obtidos para os cultivares de café Mundo Novo e Catuai de dezembro de 1999 a maio de 2000.

Mês	Cultivar	nº de frutos/ ramo	% de chumbinhos	% de verdes	% de cerejas	% de coquinhos	% de unidade
Dez	Catuai	55,15	49,58	50,42	0	0	81,12
	Mundo Novo	26,66	14,25	85,75	0	0	79,50
Jan	Catuai	52,07	0,81	99,19	0	0	77,54
	Mundo Novo	40,28	0	100	0	0	70,35
Fev	Catuai	45,72	1,66	97,56	0,78	0	74,5
	Mundo Novo	17,35	0	99,58	0,42	0	68,99
Mar	Catuai	44,76	0	90,88	9,12	0	70,54
	Mundo Novo	17,64	0	93,52	6,48	0	64,96
Abr	Catuai	33,64	0	10,82	78,95	10,23	63,95
	Mundo Novo	19,8	0	2,52	54,04	43,44	58,3
Mai	Catuai	31,32	0	1,27	42,78	55,95	58,43
	Mundo Novo	18,3	0	0,43	13,44	86,13	34,56

Quadro 46- Porcentagens em peso e em Quantidade de frutos do tipo verde, cereja e passa obtidas para tratamentos com aplicação de etileno em cafeeiro no ano de 1999/2000.

tratamento	% do peso total				% da quantidade			
	coquinho	passa	cereja	verde	coquinho	passa	cereja	verde
1	6,33	46,11	33,75	13,79	11,63	49,60	24,45	14,31
2	2,20	49,78	33,17	14,83	7,28	46,92	24,81	20,97
3	6,72	52,21	33,03	7,94	12,34	55,41	23,06	9,17
4	9,27	33,06	53,66	3,98	18,19	38,09	39,56	4,14
5	14,73	53,21	24,53	7,51	23,42	52,04	16,90	7,63

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

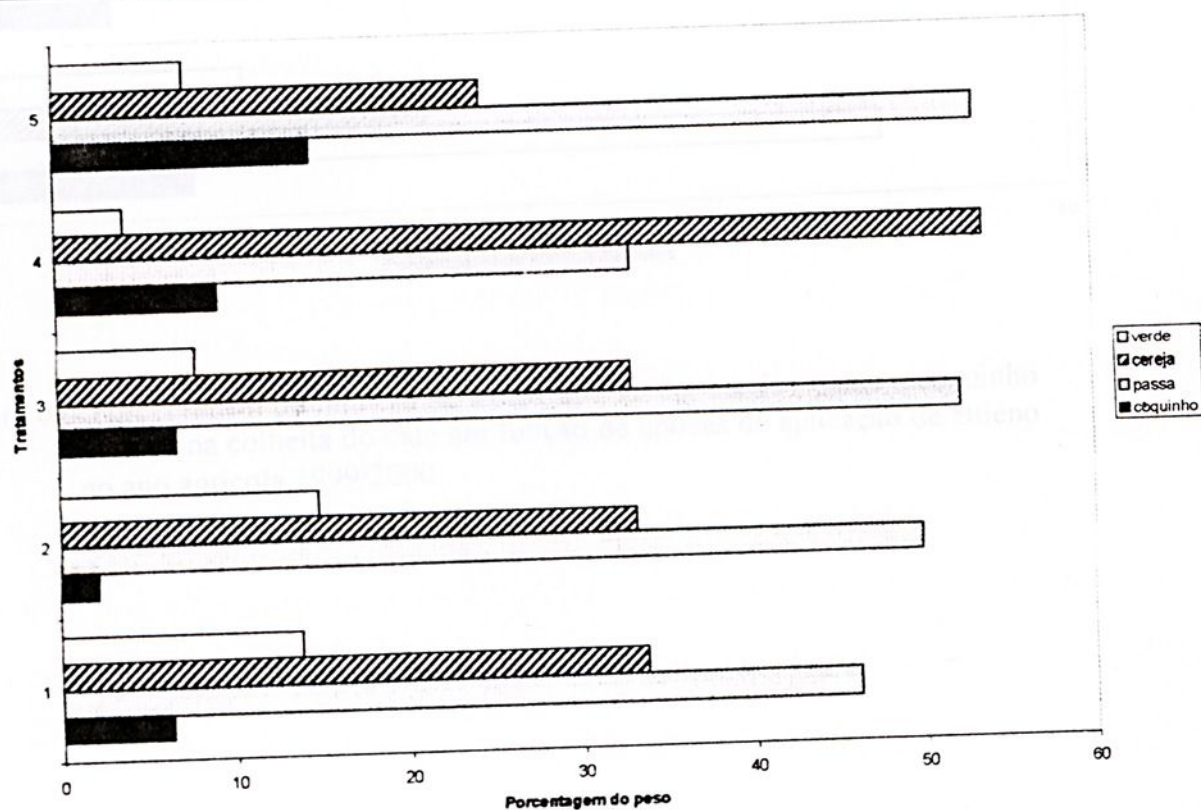


Figura 08- Porcentagem do peso de frutos tipo verde, cereja, passa e coquinho obtidos na colheita do café em função de épocas de aplicação de etileno, obtidos para o ano agrícola 1999/2000.

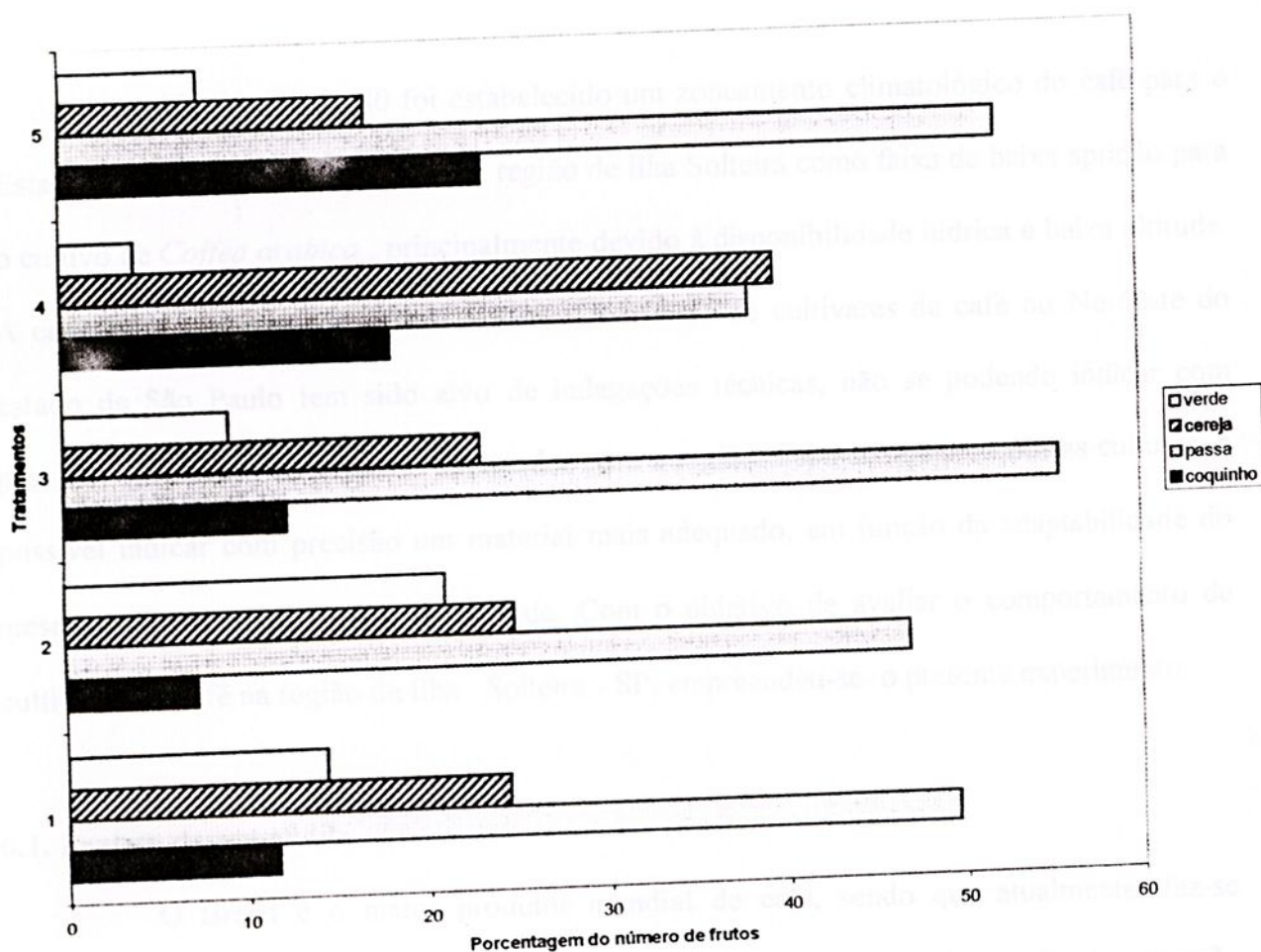


Figura 09- Porcentagem do número de frutos tipo verde, cereja, passa e coquinho obtidos na colheita do café em função de épocas de aplicação de etileno no ano agrícola 1999/2000.

## 6. ADAPTAÇÃO DE CULTIVARES NA REGIÃO DE ILHA SOLTEIRA-SP

Na década de 80 foi estabelecido um zoneamento climatológico do café para o Estado de São Paulo, o qual incluiu a região de Ilha Solteira como faixa de baixa aptidão para o cultivo de *Coffea arabica*, principalmente devido à disponibilidade hídrica e baixa altitude. A carência de informações sobre o desenvolvimento de cultivares de café no Noroeste do estado de São Paulo tem sido alvo de indagações técnicas, não se podendo indicar com precisão quais os materiais mais adequados para a região. Sabe-se que para outras culturas, é possível indicar com precisão um material mais adequado, em função da adaptabilidade do mesmo às condições de clima e altitude. Com o objetivo de avaliar o comportamento de cultivares de café na região de Ilha Solteira - SP, empreendeu-se o presente experimento.

### 6.1. Projeto desenvolvido

O Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo que atualmente, faz-se necessário o incremento de pesquisas em áreas de cerrado no sentido de estudar a maturação de frutos dos principais cultivares plantados. A expansão da cultura do café para regiões de cerrado tem sido feita sem o devido embasamento técnico quanto às técnicas culturais adequadas em função das novas características de clima e solo. Estudos que venham a apresentar dados sobre o comportamento de cultivares de café submetidos a estas condições são de suma importância. Assim sendo, com a participação do Instituto Agrônomo de Campinas, foi planejado um ensaio com materiais de café, com o objetivo de verificar o seu comportamento produtivo e fenológico na região de Ilha Solteira - SP.



## 6.2. Metodologia empregada

Este experimento foi desenvolvido na Área Experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa – localizada no município de Selvíria - MS e pertencente à FE/ UNESP/Campus de Ilha Solteira, com coordenadas geográficas 20°22' de latitude Sul e 51°22' de longitude Oeste e com altitude média de 335m.

O presente trabalho foi instalado no mês de julho de 1998, com mudas provenientes de sementes de 12 cultivares de café obtidos junto ao Instituto Agrônômico de Campinas, incluindo materiais de porte alto e de porte baixo e com as características descritas a seguir, conforme informações pessoais de Fazuoli (1997).

Bourbon Amarelo – porte alto, frutos amarelos e de maturação precoce (20 - 30 dias antes que o Mundo Novo), sementes menores, peneira média em torno de 16; suscetível a ferrugem. É reconhecida pela sua excelente qualidade da bebida. Produção menor que a do Mundo Novo; Mundo Novo – porte alto, vigoroso, frutos vermelhos e de maturação média; sementes com peneira média em torno de 17; suscetível a ferrugem. As linhagens IAC388-6 e IAC388-17 apresentam ramos laterais mais longos (maior diâmetro da copa); Acaiá – porte alto, frutos vermelhos e de maturação mais uniforme e média para precoce; sementes maiores, com peneira média em torno de 18; suscetível a ferrugem; Catuai Vermelho – porte baixo; internódios curtos; ramificação secundária abundante; frutos vermelhos de maturação média a tardia; sementes de tamanho médio; peneira média em torno de 16; suscetível a ferrugem; Icatu Vermelho - porte alto; vigoroso; frutos vermelhos de maturação média a tardia; sementes com peneira média em torno de 17; resistente a ferrugem (resistência específica e inespecífica); Icatu Amarelo - porte alto; vigoroso; frutos amarelos de maturação média a tardia; sementes com peneira média em torno de 17; resistente a ferrugem (resistência específica e inespecífica); Icatu Precoce - porte alto; frutos amarelos de maturação precoce;



sementes menores com peneira média de 16; resistente a ferrugem (resistência inespecífica); Obatã - porte baixo; vigoroso; internódios curtos; boa ramificação secundária; brotos novos de coloração verde; frutos vermelhos e de maturação média a tardia; sementes com peneira média de 17 (maiores que Catuaí Vermelho); resistente a ferrugem. Indicado para plantios adensados ou em renque; Tupi - porte baixo; internódios curtos; brotos novos de coloração bronze; frutos vermelhos e de maturação precoce; sementes com peneira média em torno de 17; resistente a ferrugem. Indicado para plantios adensados ou em renque (Fazuoli, 1997, informação pessoal).

Foram efetuadas as seguintes avaliações: altura de plantas, comprimento de ramos plagiotrópicos do terço médio das plantas, número de pares de folhas de ramos plagiotrópicos do terço médio das plantas, diâmetro do caule, número de pares de ramos plagiotrópicos. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições num total de 12 tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância convencional com médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 6.3. Resultados obtidos

No quadro 47 encontram-se os valores médios de altura de plantas, diâmetro de caule, número de pares de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos plagiotrópicos e número de pares de folhas nos ramos obtidos em julho de 1999. Pode-se verificar que os cultivares IAC 3282, IAC 4395 e IAC 4045 apresentaram valores significativamente maiores para essa característica, quando comparados àqueles obtidos para os cultivares IAC 62, IAC 4394, IAC 144, IAC Obatã e IAC Tupi, com médias de 58,73 cm, 58,60 cm e 56,65 cm, respectivamente.

Para a variável diâmetro do caule, medidos a uma altura de 20cm a partir do nível do solo, observa-se que os cultivares IAC 4045, IAC 4395, IAC 3282 apresentaram os maiores



valores para essa característica, sem apresentarem diferenças significativas entre si, diferindo contudo dos cultivares IAC 2944, IAC 62, IAC 4394, IAC 144, IAC Obatã e IAC Tupi.

Em relação ao número médio de pares de ramos plagiotrópicos em diferentes cultivares de café, até a data de avaliação, não se obtiveram diferenças significativas entre os cultivares para essa característica.

Pode-se verificar para os valores médios de comprimento de ramos plagiotrópicos que os cultivares IAC 3282 e IAC 4045 apresentaram valores de comprimento de ramos plagiotrópicos superiores àqueles verificados para os cultivares IAC Obatã e IAC Tupi.

Os valores médios de número de pares de folhas contidos neste quadro, permitem inferir que o cultivar IAC 4045 apresentou valores de número de folhas superiores àqueles verificados para os cultivares IAC 2944, IAC Obatã e IAC Tupi.



Quadro 47-Valores de altura de plantas (cm), diâmetro do caule (mm), número de pares de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos plagiotrópicos (cm), número de pares de folhas para diferentes cultivares de café obtidos em 13/07/1999.

	Altura de plantas	Diâmetro do caule	Nº pares ramos	Comp. de ramos	Nº pares folhas
Porte baixo					
2-IAC 62	40.30 cd*	7.10 bc	8.55 a	21.08 ab	8.03 abc
4-IAC Tupi	30.60 e	5.80 c	7.60 a	17.53 b	6.35 c
7-IAC 144	36.63 de	6.60 bc	8.40 a	21.25 ab	8.55 abc
9-IAC Obatã	36.08 de	6.60 bc	8.23 a	13.83 b	6.93 bc
11-IAC 4394	37.30 cde	6.70 bc	8.08 a	20.15 ab	7.78 abc
Porte alto					
3-IAC 2944	46.20 bc	7.20 bc	7.40 a	22.50 ab	6.95 bc
5-IAC 474-19	52.93 ab	7.70 abc	7.65 a	20.63 ab	8.13 abc
6-IAC 388-17	50.40 ab	8.00 ab	7.95 a	22.88 ab	8.30 abc
8-IAC LCJ-18	51.78 ab	8.00 ab	7.80 a	24.78 ab	8.68 ab
10-IAC 3282	58.73 a	9.30 a	9.13 a	28.23 a	8.80 ab
12-IAC 4045	56.65 a	9.40 a	9.33 a	27.85 a	9.38 a
Porte alto x Porte baixo					
1-IAC 4395	58.60 a	9.30 a	8.88 a	25.00 ab	8.98 ab

\*Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.



Quadro 49- Valores médios de comprimento (mm), largura (mm) e área (mm<sup>2</sup>) de folhas coletadas do terço médio dos ramos do terço médio de plantas de diferentes cultivares de café, obtidos em 15/12/1999.

	Comprimento de folhas	Largura de folhas	Área foliar
<b>Porte baixo</b>			
2-IAC 62	90.23 bc*	41.38 abc	2538.75 abc
4-IAC Tupi	89.51 bc	41.21 abc	2470.99 abc
7-IAC 144	90.52 bc	40.45 abc	2576.53 abc
9-IAC Obatã	104.41 a	47.32 a	3246.25 a
11-IAC 4394	94.64 ab	43.48 abc	2762.66 abc
<b>Porte alto</b>			
3-IAC 2944	94.62 ab	45.37 ab	2917.56 ab
5-IAC 474-19	82.30 bc	39.66 abc	2250.91 bc
6-IAC 388-17	80.75 c	38.64 bc	2154.29 bc
8-IAC LCJ-18	84.67 bc	40.40 abc	2315.31 bc
10-IAC 3282	86.64 bc	41.05 abc	2433.78 abc
12-IAC 4045	89.13 bc	44.45 ab	2674.56 abc
<b>Porte alto x Porte baixo</b>			
1-IAC 4395	78.34 c	36.25 c	1950.18 c

\*Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.



Quadro 48-Valores de altura de plantas (cm), diâmetro de caule (mm), número de pares de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos plagiotrópicos (cm), número de pares de folhas para diferentes cultivares de café obtidos em 29/09/1999.

	Altura de plantas	Diâmetro do caule	Nº pares ramos	Comp. de ramos	Nº pares folhas
Porte baixo					
2-IAC 62	45.15 c*	7.96 abc	10.65 a	23.45 bcde	9.58 cdef
4-IAC Tupi	36.00 c	6.58 c	9.23 a	17.53 e	7.89 f
7-IAC 144	42.63 c	7.49 bc	10.95 a	21.48 cde	8.95 def
9-IAC Obatã	41.25 c	7.44 bc	10.25 a	20.51 de	8.31 ef
11-IAC 4394	42.75 c	7.52 bc	10.30 a	21.36 cde	8.73 def
Porte alto					
3-IAC 2944	56.43 b	8.32 abc	9.48 a	28.00 abcd	9.83 bcde
5-IAC 474-19	61.43 ab	8.12 abc	9.68 a	25.74 bcde	10.78 abcde
6-IAC 388-17	58.38 ab	8.52 abc	10.00 a	28.95 abcd	11.88 abcd
8-IAC LCJ-18	61.68 ab	8.51 abc	10.23 a	31.04 ab	11.89abc
10-IAC 3282	68.05 a	9.51 ab	11.15 a	36.86 a	12.90 a
12-IAC 4045	65.93 ab	10.00 a	11.10 a	32.84 ab	12.11 abc
Porte alto x Porte baixo					
1-IAC 4395	68.65 a	9.60 ab	11.08 a	30.51 abc	12.39 ab

\*Médias Seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.



Encontram-se no Quadro 49 os valores médios de comprimento, largura e área de folhas de diferentes cultivares de café, sendo que pode-se verificar que o cultivar IAC Obatã apresentou valor médio significativamente superior para o parâmetro comprimento quando comparado aos cultivares IAC 62, IAC 144, IAC Tupi, IAC 4045, IAC 3282, IAC LCJ-18, IAC 474-19, IAC 388-17 e IAC 4395.

Os dados referentes à largura média de folhas de diferentes cultivares de café contidos no quadro 03 permitem inferir que o cultivar IAC Obatã apresentou largura foliar média significativamente superior às dos cultivares IAC 388-17 e IAC 4395.

Os valores médios de área foliar para diferentes cultivares de café também encontram-se no quadro 49, podendo-se verificar que o cultivar IAC Obatã apresentou valor de área foliar média significativamente superior aos cultivares IAC LCJ-18, IAC 474-19, IAC 388-17 e IAC 4395.



Quadro 49- Valores médios de comprimento (mm), largura (mm) e área (mm<sup>2</sup>) de folhas coletadas do terço médio dos ramos do terço médio de plantas de diferentes cultivares de café, obtidos em 15/12/1999.

	Comprimento de folhas	Largura de folhas	Área foliar
Porte baixo			
2-IAC 62	90.23 bc*	41.38 abc	2538.75 abc
4-IAC Tupi	89.51 bc	41.21 abc	2470.99 abc
7-IAC 144	90.52 bc	40.45 abc	2576.53 abc
9-IAC Obatã	104.41 a	47.32 a	3246.25 a
11-IAC 4394	94.64 ab	43.48 abc	2762.66 abc
Porte alto			
3-IAC 2944	94.62 ab	45.37 ab	2917.56 ab
5-IAC 474-19	82.30 bc	39.66 abc	2250.91 bc
6-IAC 388-17	80.75 c	38.64 bc	2154.29 bc
8-IAC LCJ-18	84.67 bc	40.40 abc	2315.31 bc
10-IAC 3282	86.64 bc	41.05 abc	2433.78 abc
12-IAC 4045	89.13 bc	44.45 ab	2674.56 abc
Porte alto x Porte baixo			
1-IAC 4395	78.34 c	36.25 c	1950.18 c

\*Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.



Os valores contidos no quadro 50 referem-se a altura da planta, diâmetro do caule, número de pares de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos plagiotrópicos, e número de pares de folhas nos ramos obtidos em janeiro de 2000 para diferentes cultivares de café. Para a variável altura tem-se que os cultivares IAC 474-19, IAC LCJ-18, IAC 3282, IAC 4045 e IAC 4395 apresentaram valores significativamente superiores aos cultivares IAC 62, IAC Tupi, IAC 144, IAC Obatã e IAC 4394, não diferindo, no entanto, entre si.

Os dados referentes ao diâmetro do caule permitem inferir que os cultivares IAC 3282 e IAC 4045 apresentaram valores significativamente superiores quando comparados ao cultivar IAC Tupi.

Para a variável número de pares de ramos plagiotrópicos em diferentes cultivares de café, verifica-se que os cultivares IAC 144, IAC 3282, IAC 4045 e IAC 4395 apresentaram valores significativamente superiores ao cultivar IAC Tupi.

Para a variável comprimento de ramos tem-se que os cultivares não diferiram significativamente entre si.

Os valores médios do número de pares de folhas deste quadro, permitem inferir que os cultivares IAC 3282 e IAC 4045 não diferiram significativamente entre si, entretanto apresentaram valores significativamente superiores aos cultivares IAC Tupi e IAC Obatã.

No quadro 51, pode-se constatar valores superiores para o cultivar IAC 4045 sobre os cultivares IAC 388-17 e IAC 2944. Outrossim, verificou-se um menor comprimento de ramos e um menor número de pares de folhas para o IAC Tupi.

Quadro 51-Valores médios de altura de plantas (cm), diâmetro de caules (mm), número de pares de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos plagiotrópicos, número de pares de folhas para diferentes cultivares de café obtidos em 06/09/00.

	Altura de plantas	Diâmetro do caule	Nº pares ramos	Comp. de ramos	Nº pares folhas
Porte baixo					
2-IAC 62	68,2375 cd	14.9300 a	20,8250 a	30,0187 ab	13.2500 ab
4-IAC Tupi	53,1749 e	10.87 a	17,6000 a	22.8500 b	10,2625 b
7-IAC 144	66,3125 de	14,2925 a	21,0250 a	32,8825 ab	14,7875 a
9-IAC Obatã	60,3375 de	13,615 a	18,9500 a	31,3875 ab	12,4250 ab
11-IAC 4394	64,3625 de	13,5125 a	19,5750 a	30,6812 ab	13,9000 a
Porte alto					
3-IAC 2944	81,025 bc	15,7150 a	18,6750 a	39,6937 a	15,0500 a
5-IAC 474-19	83,5499 ab	13,0475 a	25,2500 a	28,2000 ab	13,3875 ab
6-IAC 388-17	80,075 bc	13,4325 a	18,0250 a	32,9192 ab	13,9125 a
8-IAC LCJ-18	86,075 ab	13,3725 a	20,2000 a	32,0875 ab	13,5375 ab
10-IAC 3282	92,1000 ab	14,6100 a	20,6750 a	35,8000 a	14,3875 a
12-IAC 4045	94,6500 a	16,0450 a	21,8250 a	39,0937 a	15,0125 a
Porte alto x Porte baixo					
1-IAC 4395	92,07499 ab	13,5975 a	21,0750 a	29,1187 ab	13,2750 ab

\*Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.



Quadro 51-Valores médios de altura de plantas (cm), diâmetro de caules (mm), número de pares de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos plagiotrópicos, número de pares de folhas para diferentes cultivares de café obtidos em 06/09/00.

	Altura de plantas	Diâmetro do caule	Nº pares ramos	Comp. de ramos	Nº pares folhas
Porte baixo					
2-IAC 62	68,2375 cd	14,9300 a	20,8250 a	30,0187 ab	13,2500 ab
4-IAC Tupi	53,1749 e	10,87 a	17,6000 a	22,8500 b	10,2625 b
7-IAC 144	66,3125 de	14,2925 a	21,0250 a	32,8825 ab	14,7875 a
9-IAC Obatã	60,3375 de	13,615 a	18,9500 a	31,3875 ab	12,4250 ab
11-IAC 4394	64,3625 de	13,5125 a	19,5750 a	30,6812 ab	13,9000 a
Porte alto					
3-IAC 2944	81,025 bc	15,7150 a	18,6750 a	39,6937 a	15,0500 a
5-IAC 474-19	83,5499 ab	13,0475 a	25,2500 a	28,2000 ab	13,3875 ab
6-IAC 388-17	80,075 bc	13,4325 a	18,0250 a	32,9192 ab	13,9125 a
8-IAC LCJ-18	86,075 ab	13,3725 a	20,2000 a	32,0875 ab	13,5375 ab
10-IAC 3282	92,1000 ab	14,6100 a	20,6750 a	35,8000 a	14,3875 a
12-IAC 4045	94,6500 a	16,0450 a	21,8250 a	39,0937 a	15,0125 a
Porte alto x Porte baixo					
1-IAC 4395	92,07499 ab	13,5975 a	21,0750 a	29,1187 ab	13,2750 ab

\*Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%



## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos até o presente momento, pode-se verificar que:

- Existe a necessidade de adequações metodológicas no desenvolvimento e análises dos experimentos com café, podendo-se citar a necessidade de um estudo direcionado para regressão e correlação em trabalhos que envolvem dependências entre variáveis.
- As técnicas de avaliação de desenvolvimento de planta, análise de tecido vegetal e solo devem ser monitoradas constantemente, pois durante o transcorrer dos trabalhos foram detectados valores incoerentes com os dados médios obtidos.
- A partir da consideração anterior pode-se inferir que o número de plantas avaliadas por parcela é importante para reduzir o erro amostral.
- A participação de estagiários nos trabalhos é fundamental para a criação de uma cultura em pesquisas com café na FE/UNESP/Campus de Ilha Solteira.
- A captação de recursos externos através de instituições de fomento à pesquisa é fundamental para o sucesso de um projeto de nucleação em pesquisas cafeeiras, pois permite a aquisição de equipamentos adequados para pesquisa na área e recrutamento de profissionais de nível médio e estudantes de nível superior.
- A participação de outras instituições é fundamental para que ocorra reconhecimento externo das pesquisas e divulgação institucional.
- Os dados obtidos até o momento são preliminares, contudo consistem em um conjunto importante de informações que já estão sendo divulgadas externamente, colaboraram para a formação de quatro estudantes de graduação em Agronomia, implementação de uma disciplina de pos-graduação, captação de recursos para os projetos e contatos com empresas públicas e privadas da cadeia produtiva do café.



- ANDROCIOLI FILHO, A.; SIQUEIRA, R. O diâmetro da saia do cafeeiro como critério para ajuste de espaçamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19, Três Pontas, 1993. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÉ, 1993. p.16-17.
- ASSIS, M.P.; BERTONI, J.C.; FERNANDES, L.A.; RESENDE, AV.; SILVA, V.A.; FIGUEIREDO, L.H.A.; CARVALHO, J.D. Efeito de quadrantes de coleta nos teores de nutrientes em variedades de cafeeiro. II. Teores de micronutriente. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22, 1996, Manaus. **Resumos ...** Manaus, 1996. p.656-57.
- ASTOLFI, P. T. *et al.* Maturação de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). **Científica**, v. 9, n. 2, p. 289-94, 1981.
- BARROS, U.V.; SANTINATO, R.; MATIELLO, J.B. Níveis nutricionais - NPK, Ca, Mg, S, Zn e B na implantação do cafeeiro em sistema super adensado, adensado e largo em renque nas condições de solo LVH na Zona da Mata - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1997. **Resumos ...** IBC, 1997. p. 205-6.
- BATAGLIA, O.C., FURLANI, A.M.C., TEIXEIRA, J.P.F., FURLANI, P.R., GALLO, J.R. **Métodos de análises químicas de plantas**. Instituto Agrônômico: Campinas, n.78, p.1-48, 1983.
- BATAGLIA, O.C.; RAIJ, B.V. Soluções extratoras na avaliação da fitodisponibilidade do zinco em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18. p. 457-61. 1994.
- BATISTELA SOBRINHO, I.; MATIELLO, J. B. Época de rega em café arabica (Catuaí) nas condições climáticas de Alta Floresta, norte de Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16. **Resumos**. 1990. p.127-129.
- BELLAVITA, M.O. Rentabilidade de la exploración del café al sol. **Agronomia Tropical**, v. 18, n 2, p 283-92, 1968.

ANDROCIOLO FILHO, A., SIQUEIRA, R. O diâmetro da saia do cafeeiro como critério para ajuste de espaçamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 19, Três Pontas, 1993. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÉ, 1993. p.16-17.

ASSIS, M.P.; BERTONI, J.C.; FERNANDES, L.A.; RESENDE, AV.; SILVA, V.A.; FIGUEIREDO, L.H.A.; CARVALHO, J.D. Efeito de quadrantes de coleta nos teores de nutrientes em variedades de cafeeiro. II. Teores de micronutriente. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22, 1996, Manaus. **Resumos** ... Manaus, 1996. p.656-57.

ASTOLFI, P. T. *et al.* Maturação de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). **Científica**, v. 9, n. 2, p. 289-94, 1981.

BARROS, U.V.; SANTINATO, R.; MATIELLO, J.B. Níveis nutricionais - NPK, Ca, Mg, S, Zn e B na implantação do cafeeiro em sistema super adensado, adensado e largo em renque nas condições de solo LVH na Zona da Mata - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 1997. **Resumos** ... IBC, 1997. p. 205-6.

BATAGLIA, O.C., FURLANI, A.M.C., TEIXEIRA, J.P.F., FURLANI, P.R., GALLO, J.R. **Métodos de análises químicas de plantas**. Instituto Agrônomo: Campinas, n.78, p.1-48, 1983.

BATAGLIA, O.C.; RAIJ, B.V. Soluções extratoras na avaliação da fitodisponibilidade do zinco em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18. p. 457-61. 1994.

BATISTELA SOBRINHO, I.; MATIELLO, J. B. Época de rega em café arabica (Catuai) nas condições climáticas de Alta Floresta, norte de Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16. **Resumos**. 1990. p.127-129.

BELLAVITA, M.O. Rentabilidade de la exploración del café al sol. **Agronomia Tropical**, v 18, n 2, p 283-92, 1968.



- FAVARO, J.R.A.; BRAGA, R.P.; RENA, A.B.; ALVES, J.D.; CORDEIRO, AT. Mobilidade do zinco em folhas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIRAS, 16, 1990, Espírito Santo do Pinhal. **Resumos ...** Espírito Santo do Pinhal: IBC, 1990. p.41.
- FERREIRA, M.E. Simpósio sobre micronutrientes na agricultura. **FCAV/UNESP, IAC, ANDA e POTAFOS.** Jaboticabal, vol. 2, 1988. 1091p.
- FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal.** São Paulo: EPU, 1979. v.2 .392p.
- FISHER, N.M., BROWNING, G. The water requirements of high density coffee. 1. Responses to irrigation and plant water stress measurements. **Kenya Coffee**, v.43, n.503, p.43-6, 1978.
- FISHER, N.M., BROWNING, G. Some effects of irrigation and plant density on the water relations of *Coffea arabica* (L.) in Kenya. **Journal of Horticultural Science**, v.54, p.13-22, 1979.
- FRANCO, C.M. **Micronutrientes na cultura do cafeeiro.** Campinas: Fundação Cargill, 1982 p.75-89.
- FURLANI JUNIOR., E.; BULHÕES, L.J.; MOREIRA, J.A.A. & NAKAGAWA, J. Correlação entre leitura de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em Feijoeiro, **Bragantia.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, v.55, n. 1, p.171-175, 1996.
- GARCIA, A.M., RIVAS, V.A., BELLAVITA, M.O. Comparación de varias densidades de siembra en cafetales. **Agronomia Tropical**, v.17, n.3, p.187-93, 1967.
- GARCIA, A.W.R., MARTINS, M.; TOLEDO, A.R. Absorção de Zinco e Boro, via foliar, pelo cafeeiro, na presença de outras sais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 8, 1980, Rio de Janeiro. **Resumos ...** Rio de Janeiro: IBC, 1980, p.1-2.

- CARVAJAL, J.F. **Cafeto: cultivo y fertilización**. Berna: Instituto Internacional de la Potassa, 1984. 254p.
- CARVALHO, A. *et al.* Variabilidade na produção em progênes do cafeeiro "Mundo Novo". **Bragantia**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, v.43, cap.2, p.509-517, 1984.
- CARVALHO, M.M., SOUZA, P. Comportamento de cafeeiros em diferentes sistemas de plantio, antes e após a recepa, em Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 5, Campos do Jordão, 1980. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, p.399-402. 1980.
- CASTRO, P.R.C. *et al.* Efeitos de ethephon e uréia na maturação de frutos e abscisão foliar do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba: ESALQ, v.38, cap.1, p.281-288, 1981.
- CASTRO, P.R.C. *et al.* Ação de estimulantes vegetal em cafeeiro (*Coffea arabica* cv. Mundo Novo) e soja (*Glycine max* cv. Biloxi). In: **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba: ESALQ, v.44, cap.1, p.21-35, 1987.
- CHAVES, J.C.D., SARRUGE, J.R. Alterações nas concentrações de macronutrientes nos frutos e folhas do cafeeiro durante um ciclo produtivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: Embrapa, v.19, n.4, p.427-432, 1984.
- CHAVES, J.C.D., PAVAN, M.A., IGUE, K. Resposta do cafeeiro à calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília: Embrapa, v.19, n.5, p.573-82, 1984.
- CRUZ, M.C.P. da *et al.* Efeito de parâmetros analíticos sobre a precisão de métodos de extração de zinco do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n.1, p.85-94, 1997.
- DENNIS, E.J. **Micronutrientes: uma nova dimensão na agricultura**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. p. 1-61.



- KUPPER, A.; SILVA, O. A.; GARCIA, A. W. R.; SANTINATO, R.; BARROS, U. V. Fontes (óxidos e sulfato) de zinco em doses crescentes, aplicadas na cova no plantio do cafeeiro em solo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Resumos ...** Poços de Caldas: IBC, 1983. p.348-50 (a).
- KUPPER, A.; GARCIA, A. W. R.; SANTINATO, R.; BARROS, U. V. Efeito de doses crescentes de Óxido de Zinco e Sulfato de Zinco em cafeeiros em produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Resumos ...** Poços de Caldas: IBC, 1983. p.383-386 (b).
- LAUN, C. R. P.; NEDER, N.; SOBRINHO, M. O. C. B.; VELLO, A. Efeitos da aplicação de zinco em solos sob vegetação de cerrado. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, V. 54, 1987, p. 461-92.
- LAZZARINI, W., MORAES, F. R. P. Ensaio de espaçamento, número de pés e fertilização. In: REUNION LATINOAMERICANA DE FITOTECNIA, 7, Maracay, 1967. **Resumos...** Maracay: ALAF, 1967. p.33.
- LEITE, I. P., CARVALHO, V. D. Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café. I. Atividade da polifenoloxidase, proteína do extrato enzimático e índice de coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: Embrapa, v.29, cap.2, p.299-308, 1994.
- LINDSAY, W. L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L., eds **Micronutrients in agriculture**. 3. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1972, p. 41-57.
- LINDSAY, W. L.; NORVELL, W. A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. **Journal**. Madison: Soil Science Society of America, v.42, 1978. p. 421-28.



- GARCIA, A.W.R. Calagem para o cafeeiro. In: VAN RAIJ, B., BATAGLIA, O.C., SILVA, N.M. coord. **Acidez e Calagem no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p. 309-19.
- GATHAARA, M.P.K. Tree performance at close spacing as influenced by pruning cycle and site. **Kenya Coffee**, v.53, n.626, p.479-82, 1988.
- GATHAARA, M.P.K., KIARA, J.M. Factors that influence yield in close-spaced coffee 1 - light, dry matter production and plant water status. **Kenya Coffee**, v.49, n.578, p.159-67, 1984.
- GERVÁSIO, E. S. Efeito de diferentes lâminas de água no desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22. **Resumos**. 1996. p.86-87.
- GUIMARÃES, P.T.G., LOPES, A.S. Solos para o cafeeiro: características, propriedades e manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, 1, 1984, Poços de Caldas. **Resumos ...** Poços de Caldas: IBC, 1984. p.116-61.
- GUIMARÃES, P.T.G., SILVA, E. de B., CORRÊA, J.B., NOGUEIRA, F.D., MELO, E.M. Efeito da quantidade e do número de aplicações de sulfato de zinco sobre a produção do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1997. **Resumos ...** IBC, 1997. p.116-118.
- GUTIÉRREZ, G., PÉREZ, J., CAMPOS, C.F. Relación entre la distancia de siembra y la fertilización del café. In: **CONGRESSO AGRONÔMICO NACIONAL**, 2, San Jose, 1975. v.1, 3.
- HERNANDEZ, A.D.P., COCK, J.H., EL-SHARKAWY, M.A. The responses of leaf gas exchange and stomatal conductance to air humidity in shade-grown coffee, tea, and cacao plants as compared with sunflower. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Londrina: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.1, cap.2, p.155-161, 1989.



MITCHELL, H.W. Research on clou spacing system for intensive coffee production in Kenya IV. **Kenya coffee**, v.41, n. 485, p.231-239,1976 ( c ).

MUNSON, R. D. **Potassium, calcium and magnesium in the tropics and subtropics.** s. l.: International Fertilizer Development Center (IFDC), 1982, 62p. (Technical Bulletin, T-23).

MURAOKA, T.; NEPTUNE, A.M.L.; NASCIMENTO FILHO, V.F. Avaliação da disponibilidade de zinco e de manganês do solo para feijoeiro. I. Zinco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 7, p. 167-75. 1996.

NJOROGE, J.M.; KMENIA, J.K. Influence of tree training and plant density on yields of an improved cultivars of *Coffea arabica*. **Experimental Agriculture.** v. 30, n. 1, p.89-94, 1994.

NOVAIS, R.F.; WADT, P.G.S.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F. Levantamento do estado nutricional de cafeeiros no Estado do Espírito Santo com base no método da chance matemática. **XXI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas,** Petrolina, 1994, 2p.

OLSEN, S.R.; DEAN, L.A. **Phosphorus.** In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARCK, F.E. (Eds). *Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties.* Madison: American Society of Agronomy, 1965, p. 1035-49.

PASQUAL, M.; BARROS, I.D. Efeito de benzilaminopurina e ácido naftaleno acético na proliferação e alongação de brotações micropropagações em *Coffea arabica* L. "in vitro". **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília: Embrapa, v.26, cap.2, p.201-204, 1991.

- KUPPER, A.; SILVA, O. A.; GARCIA, A. W. R.; SANTINATO, R.; BARROS, U. V. Fontes (óxidos e sulfato) de zinco em doses crescentes, aplicadas na cova no plantio do cafeeiro em solo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Resumos ...** Poços de Caldas: IBC, 1983. p.348-50 (a).
- KUPPER, A.; GARCIA, A. W. R.; SANTINATO, R.; BARROS, U. V. Efeito de doses crescentes de Óxido de Zinco e Sulfato de Zinco em cafeeiros em produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Resumos ...** Poços de Caldas: IBC, 1983. p.383-386 (b).
- LAUN, C. R. P.; NEDER, N.; SOBRINHO, M. O. C. B.; VELLO, A. Efeitos da aplicação de zinco em solos sob vegetação de cerrado. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, V. 54, 1987, p. 461-92.
- LAZZARINI, W.; MORAES, F. R. P. Ensaio de espaçamento, número de pés e fertilização. In: REUNION LATINOAMERICANA DE FITOTECNIA, 7, Maracay, 1967. **Resumos...** Maracay: ALAF, 1967. p.33.
- LEITE, I. P.; CARVALHO, V. D. Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café. I. Atividade da polifenoxidase, proteína do extrato enzimático e índice de coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: Embrapa, v.29, cap.2, p.299-308, 1994.
- LINDSAY, W. L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L., eds **Micronutrients in agriculture**. 3. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1972, p. 41-57.
- LINDSAY, W. L.; NORVELL, W. A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. **Journal**. Madison: Soil Science Society of America, v.42, 1978. p. 421-28.

- LUCCHESI, A.A., ZAMBON, S., MONTAGNOLI, A.C. Efeitos do ácido 2-cloroetilfosfônico na maturação de folhas em cultura de fumo (*Nicotina tabacum* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba: ESALQ, v.41, cap.1, p.203-220, 1984.
- MACHADO, P.L.O. de A.; PAVAN, M.A. Avaliação de métodos químicos para extração de zinco disponível no solo para mudas de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: Embrapa, v.22, n. 2, p.213-17. Fev.1987.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**. 3<sup>o</sup> ed. São Paulo, Departamento de Serviços Técnicos Agronômicos da Ultra Fértil, 1980, 40p. (série de divulgação técnica).
- MALAVOLTA, E. **Micronutrientes na adubação**. Paulínia: Nutriplant Indústria e Comércio, 1986. 70p (a).
- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. p. 165-274. In: Rena, A.B, Malavolta, E., Rocga, M., Yamada, T. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: Fatores que afetam a produtividade**. Anais. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1986. 447p (b).
- MALAVOLTA, E.; FERNANDES, D.R.; ROMERO, J.P. Seja doutor do seu cafezal. **Informações Agronômicas**, n.64, 1993, 12p.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: Assoc. Bras. Pesq. Potassa e Fosfato, 1985. 136p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C & OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafôs, 1989. 201p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed., ver. E atual., Piracicaba : Potafôs, 1997. 319p.

- MALAVOLTA, E. História do café no Brasil: Agronomia, Agricultura e Comercialização. *Ceres*: São Paulo, 2000, p. 7-114.
- MATIELLO, J. B. DANTAS, F. de A. de S. Desenvolvimento do cafeeiro e do seu sistema radicular, com e sem irrigação, em Brejão (PE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14. **Resumos**. 1987. p.165-167.
- MATIELLO, J. B. Novo sistema de irrigação localizada em cafezal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21. **Resumos**. Caxambú, 1995. p.10-11.
- MIGUEL, J.C.T. *et al.* Comparação entre sistemas de plantios condensado e tradicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1983. p.204-6.
- MIGUEL, A.E. *et al.* Estudo da distância entre mudas de café na cova, em diferentes espaçamentos na linha (entre cova). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, Campinas, 1987. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1987. p.131-33.
- MIGUEL, A. E., REIS, G. N. dos, MATIELLO, J. B. Influência do "déficit" hídrico em diferentes períodos após a floração, no rendimento e na qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19. **Resumos**. 1993. p.9-11.
- MIGUEL, A. E. *et al.* Influência do "déficit" hídrico em diferentes épocas após a floração, no desenvolvimento de frutos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22. **Resumos**. 1996. p.184-187.
- MITCHELL, H.W. Research on clou spacing system for intensive coffee production in Kenya I. *Kenya Coffee*, v.41, n.481, p.124-36, 1976 (a).
- MITCHELL, H.W. Research on clou spacing system for intensive coffee production in Kenya III. *Kenya Coffee*, v. 41, n. 484, p.241-244, 1976 (b).



- MITCHELL, H.W. Research on clou spacing system for intensive coffee production in Kenya IV. **Kenya coffee**, v.41, n. 485, p.231-239,1976 ( c ).
- MUNSON, R. D. **Potassium, calcium and magnesium in the tropics and subtropics**. s. l.: International Fertilizer Development Center (IFDC), 1982, 62p. (Technical Bulletin, T-23).
- MURAOKA, T.; NEPTUNE, A.M.L.; NASCIMENTO FILHO, V.F. Avaliação da disponibilidade de zinco e de manganês do solo para feijoeiro. I. Zinco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 7, p. 167-75. 1996.
- NJOROGE, J.M.; KMENIA, J.K. Influence of tree training and plant density on yields of an improved cultivars of *Coffea arabica*. **Experimental Agriculture**. v. 30, n. 1, p.89-94, 1994.
- NOVAIS, R.F.; WADT, P.G.S.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F. Levantamento do estado nutricional de cafeeiros no Estado do Espírito Santo com base no método da chance matemática. **XXI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, Petrolina, 1994, 2p.
- OLSEN, S.R.; DEAN, L.A. **Phosphorus**. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARCK, F.E. (Eds). *Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties*. Madison: American Society of Agronomy, 1965, p. 1035-49.
- PASQUAL, M.; BARROS, I.D. Efeito de benzilaminopurina e ácido naftaleno acético na proliferação e alongação de brotações micropropagações em *Coffea arabica* L. "in vitro". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: Embrapa, v.26, cap.2, p.201-204, 1991.

- PAULA, M.B. de ; CARVALHO, J.C.; NOGUEIRA, F.D.; MESQUITA, H.A. Curva de resposta e avaliação de extratores para zinco disponível em solos hidromórficos e aluviais sob arroz inundado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.15, n.1, p.49-55. 1991.
- PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D., MESQUITA FILHO, L. Manejo da adubação para formação de lavouras cafeeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: Embrapa, v.21, n.1, p. 33-42. 1986.
- PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D., SIQUEIRA, R., ANDROCIOLLI FILHO, A., ROTH, C.H. Manejo da densidade populacional de cafeeiro como fatos melhorados da fertilidade do solo e da produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17, Varginha, 1991. **Resumos**. Rio de Janeiro: MAARA, 1991. p.24.
- PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D., SIQUEIRA, R., ANDROCIOLLI FILHO, A., ROTH, C.H. Densidad de población de cafetos influenciando la fertilidad del suelo. In: SIMPÓSIO DE CAFEICULTURA LATINOAMERICANA, 16, Managua, 1993. **Anais**. Managua: IICA/PROMECAFÉ, p. 112. 1993.
- PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D., ANDROCIOLLI FILHO, A. **Produção de café em função da densidade de plantio, adubação e tratamento fitossanitário**. Turrialba. v.44, n.4, p.227-231, 1994.
- PEREIRA, J.E., OLIVEIRA, J.A., KUPPER, A. Fontes, modos de aplicações e doses de zinco, na produção do cafeeiro, em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico Húmico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, 1984, Londrina. **Resumos** ... Londrina: IBC, 1984. p.203-5.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos, 1991. p.343.
- RAIJ, B.V., CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A., FURLANI, AM.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**, 2.ed., Campinas, Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996, 285p. (Boletim Técnico n. 100).



- REIS, C. N., MIGUEL, A. E., OLIVEIRA, J. A. Efeito da irrigação, em presença e ausência da adubação N.P.K., em cafeeiros em produção - Resultados de 3 produções - Caratinga - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16. **Resumos**. 1990. p.19-21.
- RENA, A.B., MALAVOLTA, E., ROCHA, M., YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1986, 447p.
- RENA, A.B., CORDEIRO, A.T., ALVES, J.D. Absorção foliar de zinco pelo cafeeiro na presença de uréia e cloreto de potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16, 1990, Espírito Santo do Pinhal. **Resumos...** Espírito Santo do Pinhal: IBC, 1990, p.40.
- RIVERA, R. Crecimiento, nutrición y fertilización (N, P, K) del cafeto a plena exposición solar, sobre suelos féralíticos rojos - Principales resultados obtenidos por el INCA en el periodo 1973-1989. **Cultivos Tropicales**, v. 14, n. 2, 3, p.5-36.1993.
- RODRIGUEZ, S.J., BOSQUE, L.R., PEREZ, P.R., MORALES, M.A. Effect of planting distances on shaded coffee yield in Puerto Rico. **The Journal of Agricultura of the University of Puerto Rico**. v. 50, n. 2, p.82-86. 1966.
- ROMERO, J.P., ROMERO, J.P. Cafezal adensado - Recordando (espaçamentos) juntos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, Londrina, 1994. **Anais**. Londrina: IAPAR, 1994, p.279-280.
- SALAZAR, A.N.; MESTRE, M.A. Efecto de la distancia de siembra sobre la produccion de *Coffea arabica* var. Bourbon. **Cenicafé**, v. 28, n. 1, p.27-35. 1977.
- SANTINATO, R. *et al.* Irrigação de cafezal com o sistema Tripacs (tripa plástica e válvula CS) em região hidrica marginal para café arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15. **Resumos**. 1989. p.198-204.

- SANTINATO, R., MATIELLO, J.B., SILVA, W.J., CARVALHO, R., CAMARGO, R., SHIMUSAKA, M. Espaços (hiper, super e adensado na rua e na linha de plantio para cafeeiros resistentes à ferrugem, variedades Icatu 2944, Catucaí e Mundindu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 20. Guarapari, 1994. **Resumos.** Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÉ. 1994. p. 176-180.
- SANTINATO, R. *et al.* Espaços (hiper, super e adensado) na rua e na linha de plantio para cafeeiros resistentes a ferrugem, variedades Icatu 2944, Catucaí e Mundindu - fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 22. **Resumos.** 1996. p.207-212.
- SANTINATO, R. *et al.* Comportamento vegetativo-produtivo do cafeeiro Catucaí H 2077-2-5/144 cultivado no oeste baiano sob irrigação por pivot central no espaçamento 4 x 0,5 m (5000 pl/ha). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 23. **Resumos.** 1997 p.135-136.
- SANTO, J.O.E., SANTINATO, R., MATIELLO, J.B. Dose e modo de aplicação dos micronutrientes, zinco, boro e cobre, na formação do cafeeiro, em solo Latossolo Vermelho Amarelo Húmico, no Jequitinhonha - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12, 1985, Caxambu. **Resumos ...** Caxambu: IBC, 1985. p 226-27.
- SANTOS, R.A. Absorção de zinco em presença de fósforo por folhas de cafeeiro (*Coffea L.*) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16, 1990, Espírito Santo do Pinhal. **Resumos...** Espírito Santo do Pinhal: IBC, 1990. p.60.
- SCARANARI, H.J. **Espaços para o cafeeiro.** Boletim da superintendência dos serviços do café. v.33, n. 375, p.45-46. 1958.
- SCARANARI, H.J., NOGUEIRA NETO, P. Efeito da densidade de plantio sobre a produção de café "Mundo Novo". **Bragantia.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, v 22, n. 1, p.373-382. 1963.



- SILVA, J.B.S., FRANCO, C.M. Absorção de zinco e boro pelas folhas do cafeeiro, de soluções de diferentes concentrações e mistura de ambos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 4, 1976, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1976. p.277-80.
- SILVEIRA, J. S. M., CARVALHO, C. H. S. Efeito da época de irrigação sobre o crescimento, vingamento e maturação dos frutos do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 22. **Resumos.** 1996. p.98-99 (a).
- SILVEIRA, J. S. M., CARVALHO, C. H. S. Efeito da época de irrigação sobre o crescimento do ramo plagiotrópico e da longevidade foliar do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 22. **Resumos.** 1996. p.99-100 (b).
- SILVEIRA, J. S. M., CARVALHO, C. H. S. Efeito da época de irrigação sobre o desenvolvimento do botão floral do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 22. **Resumos.** 1996. p.100-102 (c).
- SIQUEIRA, R., CARAMORI, P.H., MANETTI FILHO, J. Maturação dos frutos de três cultivares de cafeeiros em Londrina, PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília: Embrapa, v.20, n.12, p.1373-1379, 1985 (a).
- SIQUEIRA, R., ANDROCIOLI FILHO, A., CARAMORI, P.H., PAVAN, M.A. **Espaçamento e produtividade do cafeeiro.** Londrina: IAPAR, 1985 (b). 5p. (IAPAR. Informe de pesquisa, 56).
- SIQUEIRA, R., ANDROCIOLI FILHO, A., CARAMORI, P.H., PAVAN, M.A. Efeito de oito densidades de plantio na produtividade de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e do híbrido Icatú. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 16, Espírito Santo do Pinhal, 1990. **Resumos.** Rio de Janeiro: IBC. 1990. p.86.

SOUZA, C.A.S., GUIMARÃES, P.T.G., CORRÊA, J.B., DIAS, F.P. Efeitos de doses de zinco via solo, em três cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1997. Resumos ... IBC, 1997. p.110-112(a).

SOUZA, C.A.S., GUIMARÃES, P.T.G., NOGUEIRA, F.D., NETO, A.E.F. Disponibilidade de zinco em função da textura e pH do solo, no crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1997. Resumos ... IBC, 1997. p.112-113(b).

THOMAZIELLO, R.A., FILHO, J.AT., OLIVEIRA, E.G. Guia para identificação das deficiências minerais, toxidez, distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro. Campinas, 1979. 84p. (Boletim Técnico).

TOLEDO, S.V. Espaçamento, número de plantas por cova e condução da planta e seus efeitos na produção de cafeeiros Mundo Novo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7, Araxá, 1979. Resumos. Rio de Janeiro: IBC, 1979. p. 47-50.

TOMÉ JUNIOR, J.B. Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba: Agropecuária, 1997. p. 89-164.

TRANI, P.E., HIROCE, R., BATAGLIA, O.C. Análise foliar: amostragem e interpretação. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 18p.

URIBE, H.A., MESTRE, M.A. Efecto de la densidad poblacional y su sistema de manejo sobre la producción de café. *Cenicafé*. v. 31, p.29-51, 1988 (a).

URIBE, H.A., MESTRE, M.A. Efecto de la densidad poblacional y da disposição de los árboles en la producción de café. *Cenicafé*. v. 31, p. 31-42, 1988 (b).

