

JOSÉ AUGUSTO TEIXEIRA DO AMARAL

CRESCIMENTO VEGETATIVO ESTACIONAL DO CAFEIEIRO E SUAS
INTER-RELAÇÕES COM FONTES DE NITROGÊNIO, FOTOPERÍODO,
FOTOSSÍNTESE E ASSIMILAÇÃO DO NITROGÊNIO

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Vicosa, como Parte das
Exigências do Curso de Fitotecnia,
para Obtenção do Título de "Doctor
Scientiae".

VICOSA

MINAS GERAIS - BRASIL

JULHO - 1991

À minha esposa Janete,
Ao Massaudinho e à Jamile,
Aos meus pais, avós, irmãos,
sogros e cunhados

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Vicosa e à Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento parcial deste trabalho.

Ao Programa Institucional de Capacitação de Docentes (PICD), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Alemar Braga Rena, pela segura orientação, pelo incentivo, pela compreensão e pelas facilidades técnico-científicas concedidas, imprescindíveis à realização deste trabalho.

Aos Professores Antônio Américo Cardoso, Antônio Carlos Ribeiro, Jose Maria Vieira e Raimundo Santos Barros, pelo apoio, pelo incentivo e pelas sugestões que muito contribuíram para o pleno êxito deste trabalho.

Aos Professores Carlos Siqueyuki Sedyama, José Ferreira de Paula, Moacyr Maestri e Paulo Roberto Mosquim, pelo apoio durante a realização deste trabalho.

Aos Fisiologistas Antônio Teixeira Cordeiro, José Donizeti Alves, Ramon de Paula Braga e José Romeu Aith Fávoro, pela indispensável ajuda durante a execução deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Biologia Vegetal, em especial a Carlos Raimundo Alves de Souza e Oswaldo Santos Filho, pela valiosa colaboração durante a coleta de dados deste trabalho.

Aos Professores das disciplinas cursadas, pelos ensinamentos transmitidos.

BIOGRAFIA

JOSÉ AUGUSTO TEIXEIRA DO AMARAL, filho de Antonio Teixeira do Amaral e Maria da Aparecida Araújo do Amaral, nasceu em São José do Calçado, em 29 de janeiro de 1954. Em 1976, graduou-se Engenheiro Agrônomo pela Escola Superior de Agronomia do Espírito Santo, hoje Centro Agropecuário da Universidade Federal do Espírito Santo. Em 1977, foi contratado por aquela entidade como Auxiliar de Ensino, sendo promovido a Professor Assistente em 1979. Em 1980, iniciou o curso de pós-graduação, a nível de Mestrado, em Fisiologia Vegetal, na Universidade Federal de Vicosa, o qual foi concluído em 1983. Em 1986, iniciou o curso de Doutorado, em Fitotecnia, na Universidade Federal de Vicosa. Atualmente é Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia do Centro Agropecuário da Universidade Federal do Espírito Santo.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Aspectos Gerais	11
3.2. Crescimento de Ramos e da Área Foliar	16
3.3. Características Climáticas	16
3.4. Temperatura da Copa	16
3.5. Resistência Difusiva Estomática	17
3.6. Potencial Hídrico do Xilema Foliar	17
3.7. Fotossíntese Potencial	17
3.8. Atividade da Redutase do Nitrato	18
3.9. Coleta e Processamento de Raízes e Folhas para as Determinações Analíticas	19
3.10. Análises do Material	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Fatores Associados à Queda da Taxa de Cresci- mento Vegetativo do Cafeeiro na ÉPOCA Fria, em 1987	23

4.1.1. Nitrogênio Suplementar	23
4.1.2. Características do Ambiente.....	27
4.1.3. Fotossíntese Potencial e Teores de Carboi- dratos	35
4.1.4. Assimilação do Nitrogênio	46
4.2. Fatores Associados a Queda da Taxa de Cresci- mento Vegetativo do Cafeeiro na Época Quen- te, em 1987/88	59
4.2.1. Fontes de Nitrogênio e Frutificação	59
4.2.2. Teores de Carboidratos	63
4.2.3. Características do Ambiente e Temperatura da Copa	68
4.2.4. Fotossíntese Potencial e Resistência Difu- siva Estomática	75
4.2.5. Assimilação do Nitrogênio	83
4.3. Fatores Associados a Queda da Taxa de Cresci- mento Vegetativo do Cafeeiro na Época Fria, em 1988	92
4.3.1. Fotoperíodo e Frutificação	92
4.3.2. Temperatura do Ar	95
4.3.3. Resistência Difusiva Estomática e Fotos- síntese Potencial	97
5. RESUMO E CONCLUSÕES	102
BIBLIOGRAFIA	105
APÊNDICE	116

EXTRATO

AMARAL, José Augusto Teixeira, D.S., Universidade Federal de Vicosa, julho de 1991. Crescimento Vegetativo Estacional do Cafeeiro e suas Inter-Relações com Fontes de Nitrogênio, Fotoperíodo, Fotossíntese e Assimilação do Nitrogênio. Professor Orientador: Alemar Braga Rena. Professores Conselheiros: Antônio Américo Cardoso e Raimundo Santos Barros.

Estudaram-se as variações sazonais do crescimento vegetativo do cafeeiro Arábico irrigado e suas relações com fontes de nitrogênio, com a remoção de frutos, com as características climáticas e com a assimilação do carbono e do nitrogênio, em Vicosa (latitude = $20^{\circ}45'S$; longitude = $42^{\circ}15'W$ e altitude = 650 m). O crescimento de ramos e de folhas decresceu a partir de fins de marco, atingindo níveis mínimos de junho a agosto, coincidindo com as menores temperaturas registradas no período. A retomada do crescimento ocorreu no início de setembro, após a elevação da temperatura mínima para $14,7^{\circ}C$. A adição de nitrogênio suplementar, em épocas frias, não alterou esse padrão de crescimento, nem as flutuações da fotossíntese potencial,

cuja taxa diminuíram a partir de fins de maio. Entre o início de junho e fins de agosto a atividade da redutase do nitrato foliar foi nula, mas nesse mesmo período o N suplementar manteve a atividade da redutase do nitrato radicular e os teores de N-nítrico nas raízes elevados. Os teores de N-nítrico e de N-amínico nas folhas decresceram a partir de fins de abril, enquanto que os teores de amido atingiram valores elevados na época fria. O padrão de crescimento também não foi modificado pela adição de nitrogênio em épocas quentes, e tampouco pela remoção dos frutos, ainda que cafeeiros sem frutos tenham exibido maiores taxas de crescimento. A redutase do nitrato foliar foi oposta, baixa nos cafeeiros sem frutos e elevada nos cafeeiros com frutos, enquanto que os teores de amido e de aminoácidos nas folhas foram maiores nos cafeeiros sem frutos. As taxas fotossintéticas potenciais variaram pouco ao longo desse período. Os decréscimos no crescimento de ramos e de folhas, ocorridos em janeiro, coincidiram com altas temperaturas do ar, maior período diário de brilho solar e altos déficits de pressão de vapor nas horas quentes do dia, bem como com altas temperaturas foliares e elevadas resistências difusivas estomáticas à tarde. A extensão do fotoperíodo para 14 horas, a partir de março, não afetou o crescimento. Baixas temperaturas e elevadas resistências difusivas estomáticas, nesse período, coincidiram com as quedas nas taxas de crescimento.

1. INTRODUÇÃO

A periodicidade do crescimento do cafeeiro (Coffea arabica L.) tem sido estudada em várias regiões geográficas do mundo, podendo ser muitos os fatores associados ao fenômeno (RENA e MAESTRI, 1986, 1989). Em Vicoso, o crescimento é rápido na estação quente e chuvosa (setembro-março) e lento na estação seca e fria (março-setembro), mesmo em cafeeiros irrigados. Uma depressão no crescimento de ramos laterais e de folhas, de janeiro a fevereiro, foi atribuída a altas temperaturas e a elevada intensidade de radiação solar (BARROS e MAESTRI, 1974).

Nas regiões de latitudes mais elevadas, a periodicidade sazonal do crescimento vegetativo do cafeeiro coincide com épocas frias e fotoperíodos curtos (RENA e MAESTRI, 1989). Em Vicoso, a influência da temperatura é de difícil avaliação, desde que as temperaturas prevalentes durante as quedas iniciais do crescimento (março-abril) eram aparentemente favoráveis à atividade vegetativa do café (BARROS e MAESTRI, 1974). Outrossim, há informações

sugerindo que a extensão do fotoperíodo não é efetiva (MDTA, 1988).

Com relação a variações no metabolismo que possam afetar o crescimento, poucos estudos têm sido realizados, como os de CANNELL (1976), no Quênia, que associou os ciclos de crescimento do cafeeiro com alterações na distribuição de assimilados. Em condições experimentais, as evidências sugerem que a fotossíntese (BAUER *et alii*, 1985) e a atividade da redutase do nitrato foliar (A.B. Rena, informações pessoais) no cafeeiro são sensíveis a temperaturas relativamente baixas. Entretanto, o modo pelo qual esses eventos fisiológicos, monitorados por períodos longos, afetam o crescimento não é conhecido.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a influência de diferentes fontes de nitrogênio, da remoção dos frutos e da extensão do fotoperíodo sobre o ritmo de crescimento do cafeeiro Arábico irrigado, em Vicosá. As interações entre as flutuações do crescimento e fatores do ambiente, a fotossíntese potencial, a atividade da redutase do nitrato, os teores de compostos nitrogenados e de carboidratos, a resistência estomática e a temperatura foliar foram também examinadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O cafeeiro (Coffea arabica L.) apresenta flutuações sazonais de crescimento freqüentemente associadas a fatores climáticos supostamente limitantes, que em geral prevalecem em cada região de cultivo (RENA e MAESTRI, 1986, 1989). Na Tanzânia (WAKEFIELD, 1933) e no Quênia (CANNEL, 1976), onde existem duas épocas secas intercaladas com duas úmidas, os surtos de crescimento acompanham as estações chuvosas. No Sul da Índia, o crescimento é intenso na estação quente e chuvosa (março-junho), e reduzido na estação seca e fria (dezembro-março), sendo que a retomada do crescimento (fevereiro-março) ocorre com a elevação da temperatura, antes mesmo do advento das chuvas (MAYNE, 1944; RAYNER, 1946). As taxas de crescimento caem novamente durante as monções marítimas (junho-julho), provavelmente em decorrência da lixiviação de nitratos por chuvas fortes (RAYNER, 1946) ou pela competição dos frutos em desenvolvimento (MAYNE, 1944). Para as condições de Turrialba, Costa Rica, adubações com nitrato de sódio não

modificaram o padrão de crescimento e tampouco a sua intensidade (BOSS, 1958), embora fertilizações com uréia tenham estimulado o crescimento de ramos plagiotrópicos (MONTROYA et alii, 1961). Em El Salvador, a atividade vegetativa do café ocorre principalmente na estação chuvosa (março-junho), embora o crescimento ativo se reinicie três meses antes das chuvas terem se iniciado regularmente (REEVES e VILANOVA, 1948; VILANOVA, 1958), o que poderia ser explicado pelo acúmulo de nitrato nas camadas superiores do solo, determinado pelas primeiras chuvas (VILANOVA, 1958). Em Vicosá, tanto os ramos principais quanto os laterais mostram um período de crescimento rápido na estação quente e chuvosa (setembro-março) e outro de baixa atividade na estação seca e fria (março-setembro). A similaridade entre o crescimento de plantas irrigadas e não-irrigadas, bem como a retomada do crescimento antes do início das chuvas, permite concluir que a precipitação pluvial não explica a transição do estado de crescimento ativo ao estado de crescimento reduzido (BARROS e MAESTRI, 1974).

Durante a fase de crescimento ativo, BARROS e MAESTRI (1974) observaram um declínio temporário nas taxas de crescimento de ramos laterais e nas intensidades de formação da área foliar de janeiro a fevereiro. Sabe-se que a atividade vegetativa do cafeeiro coincide com o crescimento reprodutivo (MAESTRI e BARROS, 1975, 1977) e que os frutos constituem os drenos mais fortes das plantas, podendo importar assimilados das folhas vizinhas ou mesmo de regiões mais distantes (CANNELL, 1970). Assim, a competição imposta durante o desenvolvimento dos frutos, nesse período, pode

ser um fator de restrição ao crescimento vegetativo, em decorrência da maior mobilização de assimilados para os órgãos reprodutivos (CANNELL, 1971ab; CANNELL e HUXLEY, 1970). Contudo, algumas evidências sugerem que o padrão de crescimento não é modificado pela remoção dos frutos, ainda que plantas sem frutos possam apresentar maiores taxas de crescimento (BOSS, 1958; MOTA, 1988).

É possível que durante os meses quentes do ano, em Vicosá (janeiro-fevereiro), o crescimento possa ser limitado por altas temperaturas e elevadas intensidades de radiação solar (BARROS e MAESTRI, 1974). Em Rehovot, Israel, ocorre fenômeno similar durante o mês de agosto, época em que as temperaturas do ar são muito elevadas (GINDEL, 1963). Segundo a autora, o crescimento foliar é muito reduzido nessa ocasião, principalmente em folhas situadas do lado sul, por ficarem expostas a altas intensidades de radiação solar. Durante o período quente e seco de pós-moção de noroeste (outubro-novembro), no Sul da Índia, foram constatadas menores intensidades de crescimento foliar do café (VASUDEVA, 1967), devido a temperaturas altas e ao maior número de horas de brilho solar intenso (VASUDEVA et alii, 1973). Na Guatemala, o crescimento mínimo do cafeeiro coincide com épocas de temperaturas altas e de elevada insolação (FIGUEROA, 1963).

Desde que a temperatura, o déficit de pressão de vapor e a irradiância estão estreitamente correlacionados, há dificuldades em estabelecer qual fator é mais importante no controle do crescimento em épocas quentes. Considerando que o incremento da irradiância causa elevação da

temperatura foliar (KUMAR e TIESZEN, 1980), esta assume maior importância na fisiologia do cafeeiro' do que propriamente a temperatura do ar (RENA e MAESTRI, 1986). Desse modo, folhas expostas a pleno sol podem apresentar temperaturas entre 10 e 15 °C (BUTLER, 1977; MOTO, 1988) ou até mesmo de 20°C (ALVIM, 1958), acima da temperatura do ar. A elevação da temperatura foliar parece induzir incrementos na concentração de CO₂ intercelular (HEATH e ORCHARD, 1957; NUNES *et alii*, 1968), nas resistências estomática (NUNES *et alii*, 1968; BUTLER, 1977; ALVES *et alii*, 1985a), mesofílica (KUMAR e TIESZEN, 1980) ou em ambas (RENA *et alii*, 1983a), reduzindo, portanto, a fotossíntese líquida (NUNES *et alii*, 1968; RENA *et alii*, 1983a).

Um outro aspecto a considerar sobre o comportamento dos estômatos do cafeeiro, em épocas quentes, seria o balanço de água das folhas. Embora não apresentasse evidências, THODAY (1938) sugeriu que o fechamento dos estômatos do cafeeiro nas horas mais quentes do dia, conforme demonstrado por NUTMAN (1937b), seria decorrente da desidratação da epiderme, independentemente do conteúdo de água do mesófilo. NUTMAN (1938) contestou essas suposições, atribuindo o fato a altas intensidades de luz. Entretanto, algumas informações têm demonstrado que as sugestões de THODAY (1938) podem ter algum fundamento. A turgidez relativa dos tecidos foliares não é significativamente afetada pelo decréscimo do conteúdo de água do solo na faixa compreendida entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, possivelmente em virtude do fechamento dos estômatos (BIERHUIZEN *et alii*, 1969; NUNES, 1970-71). FANJUL

et alii (1985) acompanharam as variações de condutância estomática em plantas jovens de café submetidas a diferentes déficits de pressão de vapor sob temperatura e irradiância constantes. Eles notaram decréscimos acentuados na condutância estomática com a diminuição da umidade relativa do ar.

Em algumas regiões cafeeiras, os supostos fatores do ambiente que reduzem o crescimento sobrepõem-se, dificultando a identificação do fator principal que controla o crescimento (RENA e MAESTRI, 1989). Em Chinchiná, Colômbia, o crescimento mínimo coincide com chuvas torrenciais caídas em novembro-dezembro (SUAREZ DE CASTRO e RODRIGUEZ, 1956), quando são freqüentes temperaturas noturnas menores de 15°C (CASTILLO Z., 1957). Nas regiões cafeeiras de latitudes mais elevadas, o crescimento mínimo coincide com épocas frias e fotoperíodos curtos (MAYNE, 1944; NEWTON, 1952; BOSS, 1958; BARROS e MAESTRI, 1974; CLOWES e WILSON, 1974). Em Vicoso, o crescimento começa a cair a partir de meados de marco, sendo praticamente nulo nos meses de junho a agosto, quando são registradas as menores temperaturas do ano (BARROS e MAESTRI, 1974; MOTA, 1988). Todavia, segundo esses autores, as temperaturas prevalescentes de meados de marco a fins de abril eram aparentemente favoráveis ao crescimento. Dessa maneira, é possível que o fotoperíodo possa ter maior influência sobre o crescimento que a temperatura (BOSS, 1958), pelo menos enquanto a temperatura não for ainda limitante ao crescimento (BARROS e MAESTRI, 1974).

A extensão do fotoperíodo pode prolongar o crescimento vegetativo de muitas espécies lenhosas (DOWNS e BORTHWICK, 1956; BARROS e NEIL, 1986). Fotoperíodos estendidos também podem favorecer o crescimento vegetativo de plantas jovens de café (FRANCO, 1940; PIRINGER e BORTHWICK, 1955; WENT, 1957, SÖNDAHL *et alii*, 1972; MONACO *et alii*, 1978). Em cafeeiros adultos, no entanto, as evidências não dão provas conclusivas quanto aos efeitos do fotoperíodo sobre o crescimento das plantas. Em experimentos no Quênia (1908'S), CANNELL (1972) modificou o fotoperíodo experimental por 12, 10 e 8 meses; apenas no primeiro ensaio os "dias longos" favoreceram o crescimento de ramos laterais (número e extensão dos entrenós). Mesmo assim, ele notou que essas respostas foram pobres quando comparadas àquelas obtidas por PIRINGER e BORTHWICK (1955) e por WENT (1957) em plantas jovens de café. Em Vicosá, a extensão do fotoperíodo a partir de abril, em plantas irrigadas e não-irrigadas, somente foi acompanhada de maior crescimento de ramos plagiotrópicos e da formação da área foliar em plantas irrigadas nas duas primeiras semanas desse mês (MOTA, 1988). Parece que plantas adultas de café são menos sensíveis ao fotoperíodo, embora não se possa descartar a possibilidade de que em condições naturais o sinal fotoperiódico possa ser perturbado, modulado ou substituído por outros fatores (RENA e MAESTRI, 1986).

Vários autores têm demonstrado que o grau de abertura dos estômatos do cafeeiro é alterado por temperaturas relativamente baixas. MAESTRI e VIEIRA (1958) mostraram que durante a época seca e fria, em Vicosá, os

estômatos permanecem praticamente fechados o dia todo, exceto durante poucas horas pela manhã, tanto em cafeeiros ao sol quanto à sombra, provavelmente devido ao baixo teor de umidade do solo. Posteriormente, MOTA (1988) observou que nessas condições os baixos níveis de deficit de pressão de vapor e alto potencial hídrico das folhas não se mostraram relacionados com os elevados valores de resistência estomática do cafeeiro em dias antecedidos por noites frias. Em condições controladas, a variação da resistência difusiva foliar (RF), em função da temperatura foliar (TF), mostrou diferenças marcantes entre os diferentes materiais genéticos de café, sendo que para o Catuai a RF foi bastante elevada com TF menores de 23°C (RENA *et alii*, 1983a).

Considerando que os estômatos são a principal via de trocas gasosas entre a folha e o ambiente, pode-se inferir que aumentos na resistência estomática devem ser acompanhados de diminuições nas taxas fotossintéticas líquidas. FRISCHKNECHT *et alii* (1982) notaram que a modificação da temperatura diurna/noturna do ar de 24/18°C para 15/15°C foi seguida por decréscimos nas taxas fotossintéticas líquidas do café; cerca de 15% após o primeiro dia e de 40% após o sexto dia de tratamento. No âmbito do "resfriamento", BAUER *et alii* (1985) constataram que a exposição da parte aérea de plântulas de café a 5°C, por 12 horas, durante o nictoperíodo, causou uma redução de 60% na taxa fotossintética líquida, bem como o fechamento dos estômatos. Observaram, no entanto, que após a segunda noite consecutiva de tratamento a fotossíntese líquida aumentou e a resistência estomática diminuiu. Todavia, a

eficiência carboxilativa foi apreciavelmente mais baixa, sobretudo após a segunda noite de tratamento com frio. BAUER et alii (1985) concluíram que 25% das perdas fotossintéticas, nessas condições, ocorrem em virtude do incremento na resistência estomática e que cerca de 75% devem-se à depreciação das funções dos cloroplastídios. Uma vez que a utilização de técnicas polarográficas para monitoração do oxigênio fotossintético, em fragmentos foliares (fotossíntese potencial), elimina o controle da resistência estomática sobre a fotossíntese (JONES e OSMOND, 1973), é possível testar diretamente os efeitos de temperaturas baixas na resistência bioquímica desses processos.

A redutase do nitrato foliar do cafeeiro também é extremamente sensível a temperaturas ligeiramente superiores. As mínimas registradas em épocas frias do ano em Viçosa (A.B. RENA, informações pessoais). Essa enzima está envolvida com a etapa inicial da redução do nitrato, a principal fonte de nitrogênio disponível para as plantas em condições naturais (BEEVERS e HAGEMAN, 1980). Sabe-se que o nitrato é o composto nitrogenado mais abundante na seiva xilemática (COOPER e HILL-COTTINGHAM, 1970) e que o nitrogênio é o elemento exigido em maiores quantidades pelo cafeeiro (BORNEMISZA, 1982; CARVAJAL et alii, 1969; MALAVOLTA, 1986), além de ser o principal constituinte do protoplasma (BARKER, 1979). Por conseguinte, é possível que variações na atividade da redutase do nitrato estejam correlacionadas, de algum modo, ao ritmo de crescimento do cafeeiro em condições de cultura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Aspectos Gerais

OS experimentos foram conduzidos em área experimental da Universidade Federal de Vicosa, em Vicosa, situada a uma altitude aproximada de 650 m e coordenadas geográficas de 20°45'S e 42°15'W. Utilizaram-se cafeeiros (Coffea arabica L.) do cultivar Catuaí Vermelho, linhagem LCH 2066-2-5-51), de aproximadamente sete anos de idade, cultivados a pleno sol, sob espaçamento de 3 m x 2 m e com duas plantas por cova.

Antes do inicio dos estudos foram realizadas adubações com 600 g por cova da mistura N-P-K, na formulação 20-5-20, em três parcelamentos (novembro e dezembro de 1986 e em fevereiro de 1987). Em dezembro de 1986 foi feita uma calagem superficial à base de 200 g por cova de calcário dolomítico com PRNT de 90%.

O terreno da área onde foi conduzida a pesquisa apresenta uma topografia aproximadamente plana e o solo é

Podzólico Vermelho-harelo câmbico, fase terraço (Pvc), com classificação textural argilosa, cujas características químicas encontram-se no Quadro 1.

Foram conduzidos três experimentos distintos. No primeiro, foi testado o efeito da suplementação adicional de nitrogênio na época fria sobre o crescimento de ramos e de folhas. Retiraram-se todos os frutos dos cafeeiros no principio de fevereiro de 1987, época em que se deu início aos estudos.

QUADRO 1 - Resultado da Análise Química de Rotina do Solo ^{1/}

Características Químicas	Resultados	Interpretação
pH em água (1:2,5)	4,9	acidez média
Fósforo (mg/dm ³) ^{2/}	40,0	alto
Potássio (mg/dm ³) ^{2/}	130,0	alto
Cálcio trocável (meq/100 cm ³) ^{3/}	2,6	médio
Magnésio trocável (meq/100 cm ³) ^{3/}	0,5	baixo
Alumínio trocável (meq/100 cm ³) ^{3/}	0,2	baixo
Matéria orgânica (%)	2,4	baixa

^{1/} Realizada pelos laboratórios do Departamento de Solos da UFV.

^{2/} Extraídos com KCl 1 N.

^{3/} Extraídos com extrator biácido (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025N).

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por duas fontes de N (nitríca e amídica), além de uma testemunha mantida na ausência do N suplementar. Cada unidade experimental foi constituída por 20 plantas, sendo que duas delas, em cada uma das extremidades das parcelas, serviram de bordadura. O nitrogênio foi aplicado em cinco épocas diferentes, a intervalos de 35 dias, contados a partir do dia 02 de abril de 1987. Em cada aplicação foram adicionados 20 g de N por cova, usando-se nitrato de sódio ou uréia. O término do experimento ocorreu em 12 de novembro de 1987.

Num segundo experimento, testaram-se os efeitos das fontes nitríca e amídica e da presença de frutos sobre as flutuações do crescimento de ramos e de folhas na época quente. Para tanto, utilizaram-se as mesmas fileiras de plantas que haviam recebido nitrato de sódio ou uréia na época fria.

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por duas fontes de nitrogênio (nitríca e amídica) e as subparcelas formadas por plantas com frutos e sem frutos. Cada subparcela continha 10 plantas, sendo que duas delas, em cada uma das extremidades das subparcelas, foram usadas como bordadura. Os frutos foram removidos nos dias 15 e 16 de novembro de 1987, época em que se deu início aos estudos. O nitrogênio foi aplicado em 18 de novembro e 21 de dezembro de 1987 e em 25 de janeiro e 29 de fevereiro de 1988, pela adição de 30 g de N por cova,

utilizando-se nitrato de sódio ou uréia. O experimento foi concluído em inícios de marco de 1988.

Para melhor uniformizar a distribuição do tratamento nas parcelas, os adubos nitrogenados foram dissolvidos em água e aplicados ao redor das plantas por meio de regador.

Em inícios de marco de 1988, foi instalado um terceiro experimento para avaliar os efeitos do fotoperíodo e da presença de frutos sobre o crescimento de ramos e de folhas. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas, sendo que as parcelas foram constituídas por dois regimes fotoperiódicos (normal e estendido para 14 horas) e as subparcelas formadas por plantas com frutos e sem frutos. Cada subparcela continha 12 plantas, sendo que duas delas em cada uma das extremidades das subparcelas serviram de bordadura. O regime fotoperiódico foi controlado por meio de relógio temporizador que acendia as lâmpadas das 17:00 às 19:00 horas e das 5:00 às 7:00 horas. A extensão do fotoperíodo foi efetuada mediante lâmpadas incandescentes de 200 watts, dispostas a uma altura de 2 m da copa das plantas. As iluminâncias medidas nas alturas do topo, meio e base das plantas foram de cerca de 900, 340 e 150 lux, respectivamente. As fileiras dos cafeeiros mantidos sob fotoperíodo normal distaram daquelas submetidas a fotoperíodo estendido de, no mínimo, 10 m. Aliado a isso, a forma cônica dos projetores minimizou a dissipação de luz para os cafeeiros sob condições naturais. O término do experimento ocorreu em meados de junho de 1988.

Durante toda a fase experimental, os cafeeiros foram mantidos sob competição mínima com ervas daninhas, mediante capinas manuais sempre que necessário. Somente em uma ocasião (agosto de 1987) utilizou-se Glyphosate na dosagem de 700 ml do produto comercial para 100 l de água. Fizeram-se também adubações com 30 g de superfosfato simples e com 50 g de cloreto de potássio por cova em outubro, novembro e dezembro de 1987 e em janeiro de 1988. Os adubos foram aplicados na região do solo correspondente à projeção da copa em ambos os lados dos cafeeiros. Foram feitas também pulverizações com sulfato de zinco (0,5%), ácido bórico (0,3%) e oxiclreto de cobre (1%) em fevereiro, março e novembro de 1987 e em janeiro e março de 1988. Em fins de abril de 1987, pulverizaram-se os cafeeiros com Endossulfan a 35%, na proporção de 500 ml do produto comercial para 100 l de água, para controle da broca do café. Em junho e agosto de 1987, foram feitas pulverizações com Benlate a 0,2%, para minimizar a incidência de cercosporiose. Os ataques de bicho mineiro foram controlados com Ethion - 50-CE, usando-se 250 ml do produto comercial para 100 l de água em janeiro, março, maio e novembro de 1987 e em janeiro e março de 1988.

Os três experimentos foram irrigados por infiltração na região do solo correspondente à projeção da copa das plantas, de modo a manter toda a área experimental próxima da capacidade de campo.

3.2. Crescimento de Ramos e da Área Foliar

Foram marcados 14 ramos plagiotrópicos primários, em cada parcela, no terço superior da copa das plantas, sendo sete orientados para o lado leste e sete para o lado oeste. A expansão da área foliar foi determinada pelos métodos apresentados por BARROS *et alii* (1973), a intervalos de aproximadamente 10 dias. Simultaneamente, mediram-se os alongamentos dos ramos.

3.3. Características Climáticas

A precipitação pluvial e o brilho solar incidente foram obtidos no posto meteorológico da Universidade Federal de Vicosa, situado à distância de aproximadamente 1500 m da área experimental. A temperatura e a umidade relativa do ar foram determinadas no próprio local do experimento por meio de um termôgrógrafo "Lambrecht" modelo 252. A temperatura do solo foi tomada dos lados leste e oeste, na região do solo correspondente à projeção da copa dos cafeeiros, às 9:00 e 14:00 horas, nas profundidades de 0,10 e 0,20 m, utilizando-se um termômetro modelo Record, seguindo-se as recomendações de SCHARRINGA (1976).

3.4. Temperatura da Copa

A temperatura da copa foi tomada nos lados leste e oeste, no terço superior da copa dos cafeeiros, às 9:00 e às 14:00 horas, mediante o uso de termômetro a infravermelho

Barnes, modelo PRT 10L, conforme descrição de FUCHS e TANNER (1966) e HATFIELD (1979).

3.5. Resistência Difusiva Estomática

A resistência difusiva estomática foi medida no terceiro par de folhas de ramos laterais dos lados leste e oeste do terço superior da copa, às 9:00 e às 14:00 horas, utilizando-se um porômetro de difusão do tipo LAMBDA-LI-60, com sensor horizontal, adaptado por KANEMASU et alii (1969), ajustado à superfície abaxial da folha.

3.6. Potencial Hídrico do Xilema Foliar

O potencial hídrico do xilema foliar foi medido em folhas do terceiro par, obtidas de ramos laterais dos lados leste e oeste do terço superior da copa das plantas, às 9:00 horas, no primeiro experimento, e às 9:00 e às 14:00 horas, no segundo, utilizando-se uma bomba de pressão, conforme descrito por SCHÖLANDER et alii (1965).

3.7. Fotossíntese Potencial

A fotossíntese potencial foi quantificada no terceiro par de folhas de ramos laterais situados no terço superior da copa, mediante o uso do Monitor Biológico de Oxigênio YELLOW-SPRING, modelo 53 (ALVES, 1985; CORDEIRO et alii, 1985; RODRIGUES, 1988). Logo após a remoção das folhas, às 9:00 horas, os pecíolos eram rapidamente imersos

em água. O conjunto era transferido para o laboratório, para as determinações da fotossíntese em, no máximo, 30 min.

3.8. Atividade da Redutase do Nitrato

A atividade da redutase do nitrato foi estimada nas raízes e no terceiro par de folhas de ramos laterais, localizados no terço superior da copa das plantas, de acordo com as metodologias utilizadas por QUEIRÓZ (1986) e por ALVES *et alii* (1985b), respectivamente.

As coletas dos discos de folhas para a determinado enzimática foram sempre realizadas às 9:00 horas, e a amostragem das raízes, às 14:00 horas. Os discos foliares obtidos no campo foram imediatamente imersos no meio de incubação apropriado (ALVES *et alii*, 1985b), desprovido de KNO_3 e transferido para o laboratório em 30 min, no máximo. Antes das amostras serem submetidas ao vácuo, adicionou-se, ao meio de incubação, KNO_3 20 mM.

Para o estudo da atividade da redutase do nitrato radicular, tomaram-se de quatro a seis amostragens, por repetição, em cada tratamento, dos primeiros 20 cm do perfil do solo, na região correspondente à projeção da copa dos cafeeiros, com o auxílio de um trado de 19 mm de diâmetro. As amostras de solo eram imediatamente transferidas para sacos plásticos contendo água. No laboratório as raízes foram manualmente separadas do solo e lavadas com água de torneira para posterior seleção das raízes menores que 0,6 mm de diâmetro, as quais foram fragmentadas em segmentos de aproximadamente 1.0 mm. Após repetidas lavagens com água

destilada, os fragmentos eram finalmente enxutos com toalha de papel, pesados e introduzidos em Erlenmeyer de 25 ml contendo 5 ml do meio de incubação, composto de tampão-fosfato ($\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$) 100 mM, pH 7,5, KNO_3 20 mM e propanol 2%. Fez-se a seguir o borbulhamento do meio de incubação, contendo os fragmentos radiculares com N_2 por 2 min (QUEIRÓZ, 1986).

3.9, Coleta e Processamento de Raízes e Folhaç Para as Determinações Analíticas

AS raízes remanescentes das determinações enzimáticas (item 3.8.) eram enxutas, pesadas e imediatamente imersas em etanol a 60°C . Em seguida, foram armazenadas em congelador a -10°C , para posterior determinação dos carboidratos, do N-nítrico, do N-amoniacal e do N-aminoacídico.

As análises de folhas eram efetuadas em elementos do terceiro par, situados em ramos plagiotrópicos primários do terço superior da copa dos cafeeiros. Coletaram-se, ao acaso, cerca de 10 folhas em cada repetição, as quais eram rapidamente transferidas para sacos plásticos e acondicionadas em uma caixa de isopor contendo fragmentos de gelo, As amostras secas foram pulverizadas em moinho Willey, com peneira de 60 mesh, e armazenadas à temperatura ambiente, para a quantificação do teor de N-nítrico. Para a avaliação do N-amoniacal, N-amínico e de carboidratos, foram retirados discos de 8 mm de diâmetro de cerca de 10 folhas recém-colhidas ao acaso, em cada repetição. Os discos

foliares foram imediatamente imersos em etanol a 60°C, a 60°C, e mantidos em congelador a -10°C, até as análises.

Para extração dos açúcares, aminoácidos e amônio em folhas e raízes imersas em etanol a 60°C, o material era triturado em gral de porcelana, com areia lavada, até a obtenção de uma polpa fina. O material homogeneizado foi transferido para tubos de centrífuga de 50 ml, para se proceder a sua centrifugação a 2.000 g, por 5 min, a 20°C. Decantado o sobrenadante, submeteu-se o resíduo a três extrações sucessivas com etanol a 60°C. Após cada centrifugação, os sobrenadantes foram combinados, os seus volumes determinados e armazenados em câmara fria a 5°C. Procedeu-se, posteriormente, a remoção dos pigmentos e dos lipídios. Para tanto, tomaram-se 15 ml dos extratos etanólicos, em funil de separação, submetendo-os a quatro extrações consecutivas com iguais volumes de clorofórmio. Feito isso, os extratos clarificados foram evaporados a vácuo, a 45°C, até secura. Os resíduos foram então dissolvidos em 5 ml de água destilada, constituindo, assim, os extratos aquosos, os quais foram armazenados em congelador a -10°C, para as determinações analíticas.

Os precipitados resultantes das extrações etanólicas foram utilizados para a extração do amido, de acordo com método descrito por McCREADY *et alii* (1950), com algumas modificações. Durante a extração do amido, os volumes de ácido perclórico e de água usados foram de 3,25 ml e de 10 ml, respectivamente, enquanto o tempo de exposição ao ácido foi de 20 min na primeira extração e de 30 min na segunda.

3.10. Análises do Material

Os açúcares redutores foram dosados pelo reagente proposto por NELSON (1944). Os Açúcares solúveis totais e o amido foram determinados conforme análise de rotina do Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFV do seguinte modo: aliquotas variáveis dos respectivos extratos dos açúcares solúveis totais e do amido foram colocadas em tubos de ensaio, com tampa rosqueada, os quais eram imersos em banho de gelo, Após completar os volumes para 1 ml juntaram-se 5 ml do reagente de antrona (antrona a 1% em H_2SO_4 28 N). A seguir, os tubos foram agitados e submetidos a um banho de água fervente por 12 minutos. Findo esse tempo, os tubos foram imediatamente transferidos para banho de gelo. Usou-se como padrão a glicose, e as absorvâncias foram lidas a 620 nm. Nas determinações do amido, os resultados foram multiplicados por 0,9. Os açúcares não-redutores foram avaliados por diferença entre os açúcares solúveis totais e os açúcares redutores.

O N-nítrico foi dosado pelo método descrito por CATALDO et alii (1975), e a avaliação do N-amoniaco foi realizada conforme a metodologia proposta por CATALDO et alii (1974). Os teores de N-amínico foram obtidos pelo método de MOORE e STEIN (1954), modificado como se segue. Aliquotas variáveis dos extratos aquosos foram colocadas em tubos de ensaio com tampa rosqueada, completando-se os volumes para 2 ml com água destilada. Após adicionar 1,5 ml do reagente de ninhidrina e agitar-se vigorosamente os tubos, eles foram mantidos em banho de água fervente por 20

min. Transcorrido esse tempo, os tubos foram resfriados em água, à temperatura ambiente. Em seguida, adicionaram-se, vigorosamente, mediante um pipetador automático, B ml de etanol a 50%. As absorvâncias foram lidas a 570 nm. Utilizou-se como padrão uma mistura equimolar de aminoácidos contendo glicina, ácido glutâmico, fenilalanina e arginina. O reagente de ninhidrina era formado, diariamente, pela mistura de 80 mg de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em 50 ml de tampão citrato de sódio 0,2 M, pH 5,0, com 2 g de ninhidrina em 50 ml de metilcelossolve (etilenoglicol monometil éter).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fatores Associados a Queda do Crescimento Vegetativo do Cafeeiro na ÉPOCA Fria, em 1987

4.1.1. Nitrogênio Suplementar

O padrão de crescimento do ramo plagiotrópico primário (Figura 1) e o da área foliar (Figura 2) apresentaram um período de grande atividade e um de repouso. Não houve diferenças entre os padrões de crescimento de ramos e de folhas, embora os primeiros sinais de queda do crescimento de ramos antecedessem aos da área foliar em aproximadamente uma semana. AS intensidades de crescimento decresceram rapidamente a partir do final de março até fins de maio, alcançando taxas negligíveis em junho, julho e agosto. A retomada do crescimento ativo ocorreu no começo de setembro. Essa variação no crescimento vegetativo do cafeeiro foi semelhante aquela anteriormente reportada por BARROS e MAESTRI (1974).

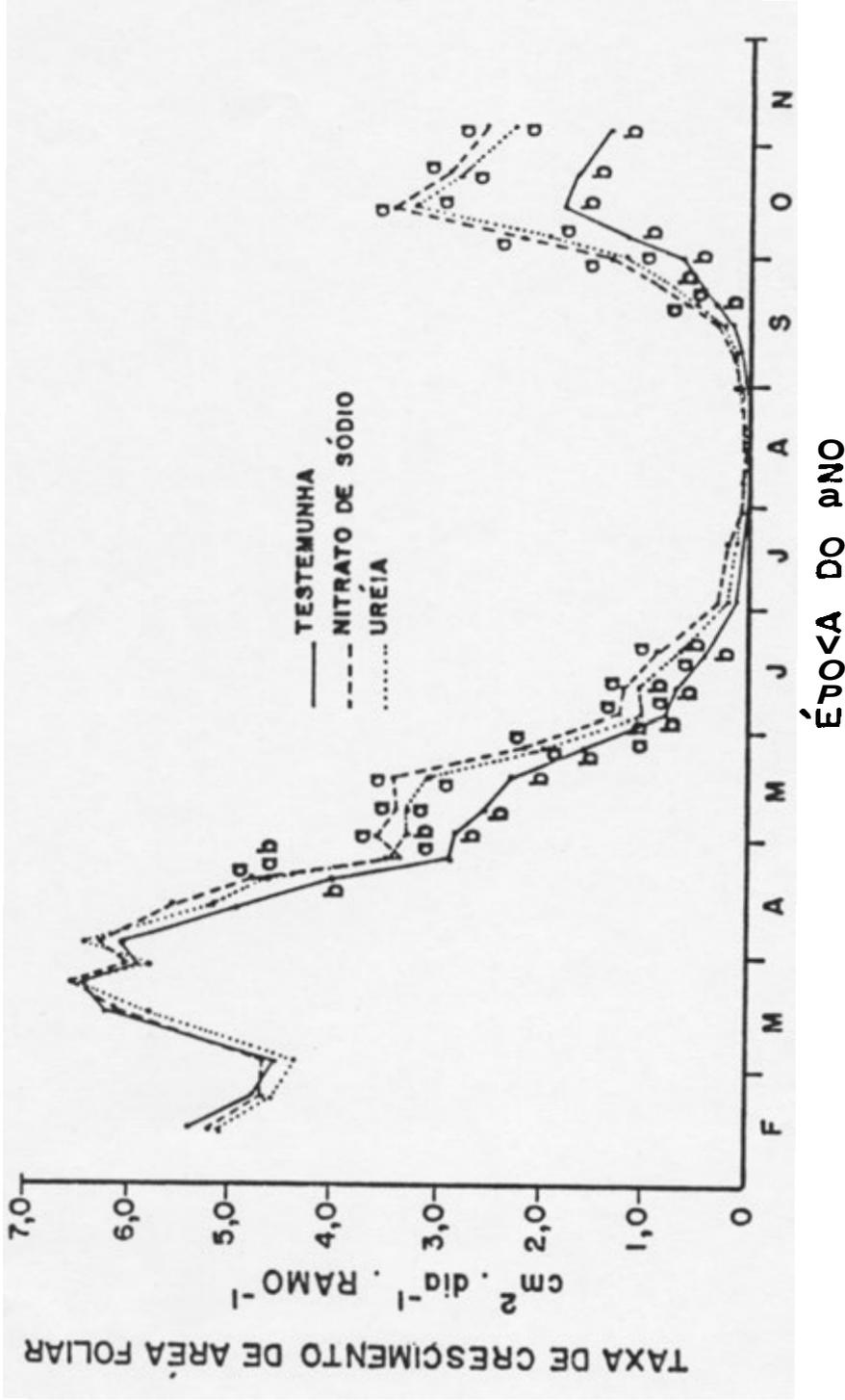


FIGURA 2 — Taxa de Crescimento de Área Foliar dos Cafeeiros-Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Fevereiro a Novembro de 1987. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas entre as Médias dos Tratamentos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas épocas em que Elas Ocorreram.

O padrão de crescimento não foi modificado pela adição suplementar de nitrogênio tanto na forma nítrica quanto na amídica (Figuras 1 e 2). O N suplementar também não evitou os declínios nas taxas de crescimento e tampouco impediu o período de repouso vegetativo do cafeeiro, ainda que tenha suavizado a queda nas taxas de crescimento em abril e maio (Figuras 1 e 2). Em Turrialba, Costa Rica, fertilizações com nitrato de sódio também não modificaram o ciclo básico do crescimento do cafeeiro e não proporcionaram qualquer aumento significativo no crescimento em extensão dos ramos plagiotrópicos (BOSS, 1958).

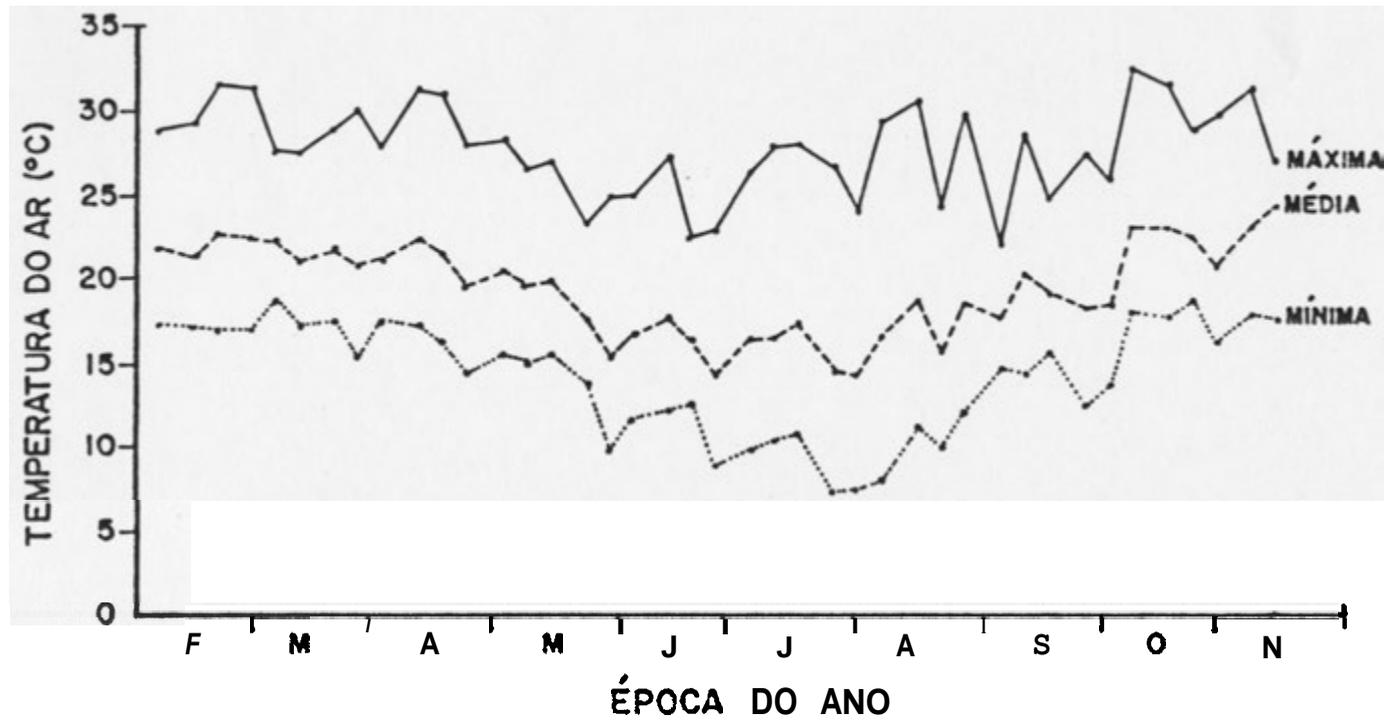
Os efeitos do N suplementar manifestaram-se também após a retomada do crescimento vegetativo quando ambas as fontes de nitrogênio induziram maiores intensidades de crescimento de ramos (Figura 1) e de folhas (Figura 2), em relação às plantas mantidas na ausência do N adicional. É importante evidenciar, que esses efeitos do N suplementar sobre o crescimento de ramos mativeram-se até meados de dezembro, sendo que a partir de então as taxas de crescimento foram semelhantes, em função da competição exercida pelos frutos em desenvolvimento (AMARAL *et alii*, 1990). Portanto, a adição de N suplementar no período frio pode ter um efeito estimulante do crescimento, provavelmente devido à formação de reservas nitrogenadas nas raízes durante o inverno, de modo a favorecer o crescimento nas estações subseqüentes (KUMAR, 1979). Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas no crescimento entre cafeeiros supridos com as fontes de nitrogênio nítrica

e amídica (Figuras 1 e 2). Em Turrialba, os cafeeiros responderam melhor à fonte amídica (MONTROYA *et alii*, 1961) que à nítrica (BOSS, 1958). Com plantas jovens de café tem-se notado que a fonte nítrica (FALEIROS & *alii*, 1975) ou a amídica (BRAVO e FERNANDES, 1964) podem determinar um desenvolvimento vegetativo mais intenso.

4.1.2. Características do Ambiente

A temperatura do ar, à exceção da média das temperaturas máximas, mostrou tendência de queda, lenta e gradual, de fins de marco ao final de maio, mantendo-se em níveis relativamente baixos até fins de agosto (Figura 3). De modo geral, o crescimento do ramo (Figura 1) e da área foliar (Figura 2) acompanhou as curvas de temperaturas mínimas e médias (Figura 3). Cálculos de correlação indicaram que as reduções nas taxas de crescimento não podem ser atribuídas às oscilações da temperatura máxima, vez que os coeficientes foram baixos e não significativos. Os coeficientes de correlação do crescimento de ramos e de folhas com as temperaturas máximas foram 0,238 ($p = 0,268$) e 0,112 ($p = 0,388$), respectivamente. Correlações altamente significativas foram observadas entre o crescimento de ramos e de folhas com as médias das temperaturas mínimas e médias, onde os respectivos coeficientes foram 0,932 ($p = 0,0001$), 0,844 ($p = 0,02$), 0,736 ($p = 0,012$) e 0,620 ($p = 0,038$).

Sabe-se que o cafeeiro não tolera grandes variações de temperatura, sendo que as médias mensais acima de 23°C ou abaixo de 16°C são inadequadas ao crescimento das plantas



(ALÉGRE, 1959). A Figura 3 também mostra que a temperatura média somente extrapolou esses limites em apenas cinco ocasiões, de fins de maio ao final de agosto, quando o crescimento já estava praticamente paralisado. Por outro lado, a manutenção das temperaturas médias no intervalo de 16 a 23°C até a terceira semana de maio não preveniu os declínios do crescimento. Desse modo, torna-se pouco provável que a média das temperaturas possa explicar o fenômeno.

As oscilações das temperaturas mínimas apresentaram estreita relação com as flutuações no crescimento. Contudo, em março e abril as limitações no crescimento não foram aparentemente impostas pelas condições das médias das temperaturas mínimas, enquanto de fins de abril em diante essas reduções podem ser atribuídas a baixas temperaturas. Resultados semelhantes foram notados em Vicososa por outros pesquisadores (BARROS e MAESTRI, 1974; MOTA, 1988). Entretanto, é possível que os declínios iniciais no crescimento possam estar associados a temperaturas relativamente baixas, ocorridas esporadicamente, ainda que a média das temperaturas mínimas no período correspondente seja adequada ao crescimento. Assim, a média das temperaturas mínimas registradas entre 26 de março e 01 de abril foi de 15,3°C (Figura 3). Provavelmente, esse valor médio seja favorável ao crescimento, mas a temperatura mínima ocorrida no dia 28 de março foi de 13,5°C. Similarmente, nos primeiros 22 dias de abril as médias das temperaturas mínimas ainda foram adequadas ao crescimento, não sendo responsáveis por sua redução. Nesse período, foram

registradas três médias semanais de temperaturas mínimas (Figura 3), as quais foram próximas da temperatura noturna ótima (17°C) estabelecida por WENT (1957) para cafeeiros adultos, sob condições controladas. Entretanto, em pelo menos duas ocasiões notaram-se temperaturas mínimas relativamente baixas, principalmente nos dias 15 e 20 de abril, as quais foram, respectivamente, $14,1^{\circ}\text{C}$ e $14,3^{\circ}\text{C}$. Um aspecto importante a considerar foi que em 22 de abril as taxas de crescimento eram 70% daquelas verificadas em fins de março (Figuras 1 e 2). Já na última semana de abril, a média das temperaturas mínimas foi visivelmente baixa (Figura 3) e, simultaneamente, as intensidades de crescimento caíram 30% em relação as determinações imediatamente anteriores (Figuras 1 e 2). Durante os primeiros 20 dias de maio, as taxas de crescimento mantiveram-se praticamente inalteradas nas plantas que receberam nitrogênio adicional, mas ocorreram decréscimos nas plantas testemunha (Figuras 1 e 2). A média das temperaturas mínimas nesse período ficou entre 15,0 e $15,4^{\circ}\text{C}$ (Figura 3), sendo que foram registradas temperaturas mínimas menores de 15°C nos dias 03 ($14,2^{\circ}\text{C}$), 12 ($13,5^{\circ}\text{C}$), 13 ($12,0^{\circ}\text{C}$) e 14 ($12,5^{\circ}\text{C}$). Dai em diante, a temperatura caiu ainda mais, resultando nas maiores reduções nas taxas de crescimento. De fins de maio à fins de agosto, as médias das temperaturas mínimas estiveram sempre abaixo de $13,7^{\circ}\text{C}$ (Figura 3), e o crescimento mínimo (Figuras 1 e 2) coincidiu, no tempo, com as menores temperaturas (Figura 3). O retorno ao crescimento ativo, em inícios de setembro (Figuras 1 e 2), ocorreu concomitantemente com a elevação da

média das temperaturas mínimas para $14,7^{\circ}\text{C}$ (Figura 3). No Zimbabwe, a retomada do crescimento ocorreu em outubro, quando a média das temperaturas mínimas foi de cerca de 15°C (CLOWES e WILSON, 1974).

Talvez a curva relativa ao número de horas em que a temperatura esteve abaixo de 16°C (Figura 4) explique melhor o decréscimo nas taxas de crescimento. Observa-se que a medida que aumentou o número de horas com temperaturas menores de 16°C (Figura 4) houve maiores reduções nas taxas de crescimento (Figuras 1 e 2). Em fins de março ocorreram consecutivamente 3,1 e 2,5 horas por dia, em média, com temperaturas menores de 16°C (Figura 4), sendo que no dia 28 os cafeeiros ficaram expostos cinco horas com temperaturas entre $13,5$ e $14,0^{\circ}\text{C}$. Considerando que a transição do estado de crescimento ativo em crescimento reduzido ocorreu nessa época, sugere-se que temperaturas próximas de 14°C , mesmo que por um intervalo de tempo relativamente curto, podem ocasionar queda no crescimento do cafeeiro. Como reforço para essas suposições, observa-se que nos primeiros 17 dias de abril computaram-se valores médios de 0,8 e 0,9 horas por dia com temperaturas menores de 16°C (Figura 4). Apesar da proximidade desses valores, houve um pequeno estímulo do crescimento na primeira semana do mês e um ligeiro decréscimo nos 10 dias subsequentes (Figuras 1 e 2). Também entre 19 e 26 de fevereiro ocorreram, em média, 0,8 Horas por dia com temperaturas menores de 16°C (Figura 4), embora o crescimento, nessa época, ocorresse a taxas máximas (Figuras 1 e 2). As respectivas médias das temperaturas mínimas e médias nessas três ocasiões foram, do mesmo modo,

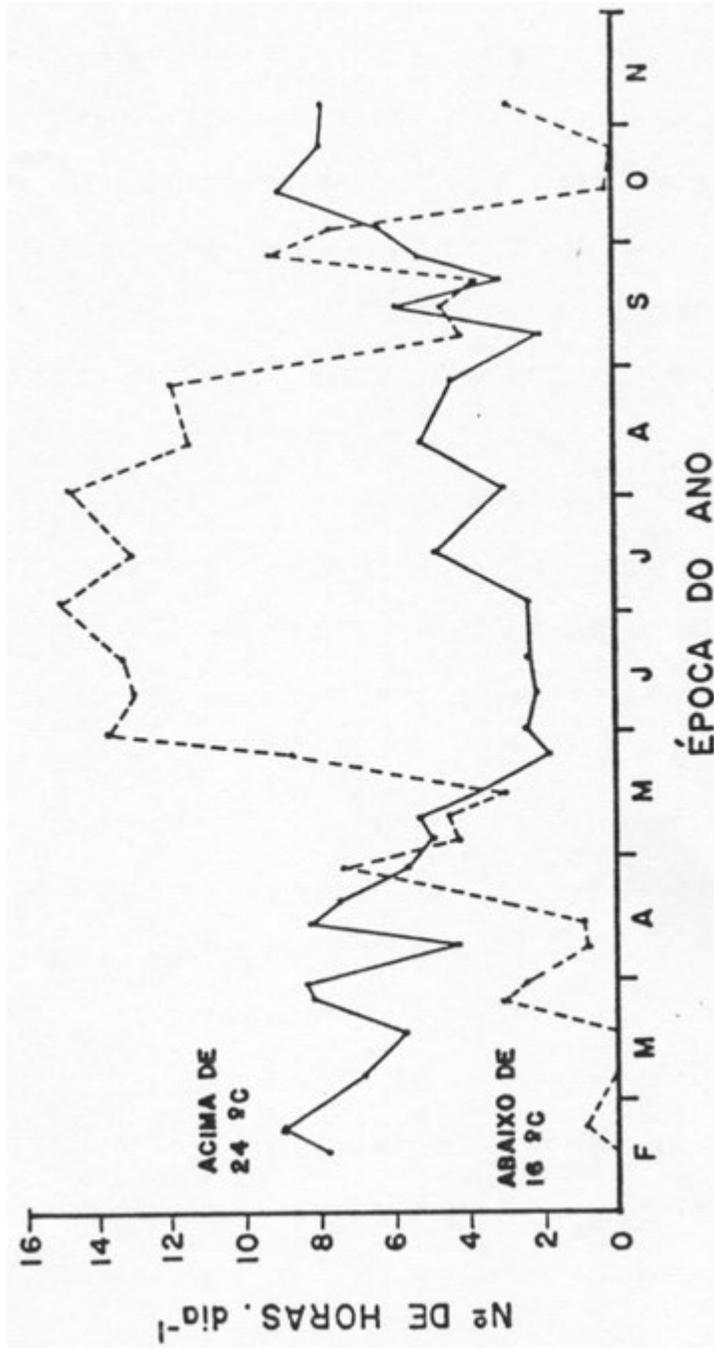


FIGURA 4 - Número de Horas em que a Temperatura do Ar Esteve Abaixo de 16°C ou Acima de 24°C, de Fevereiro a Novembro de 1987.

semelhantes (Figura 3). A principal diferença entre elas foi com relação ao menor valor da temperatura mínima registrado, que em fevereiro foi $15,5^{\circ}\text{C}$, no início de abril $15,2^{\circ}\text{C}$ e em meados de abril $14,1^{\circ}\text{C}$. A partir de então, as taxas de crescimento caíram drasticamente até fins de agosto (Figuras 1 e 2), paralelamente aos decréscimos das temperaturas mínima, média e máxima (Figura 3).

Segundo SYLVAIN (1958), o crescimento do café é complexo, podendo ser muitas as causas invocadas para explicar a sua periodicidade, tais como lixiviação de nitrato por chuvas fortes, competição dos frutos por fotoassimilados, menor intensidade de luz devido à nebulosidade e baixas temperaturas. A competição dos frutos e a deficiência de nitrato no solo, ocasionada por chuvas torrenciais, podem ser de imediato descartadas neste estudo, pois os frutos foram retirados no início da fase experimental e foram feitas várias adubações suplementares com nitrogênio em cafeeiros irrigados, além da fase de crescimento lento (Figuras 1 e 2) coincidir com o período seco (Figura 5). Também a nebulosidade não explica as limitações no crescimento, pois a correlação entre o crescimento de ramos (Figura 1) e o da área foliar (Figura 2) com as horas diárias de brilho solar (Figura 5) deram coeficientes negativos, sendo significativo apenas para o crescimento em extensão dos ramos, cujos respectivos valores foram $-0,602$ ($p = 0,043$) e $-0,353$ ($p = 0,169$). Em Chinchiná, Colômbia, a insolação também não esteve associada às quedas nas taxas de crescimento do café (CASTILLO Z., 1957).

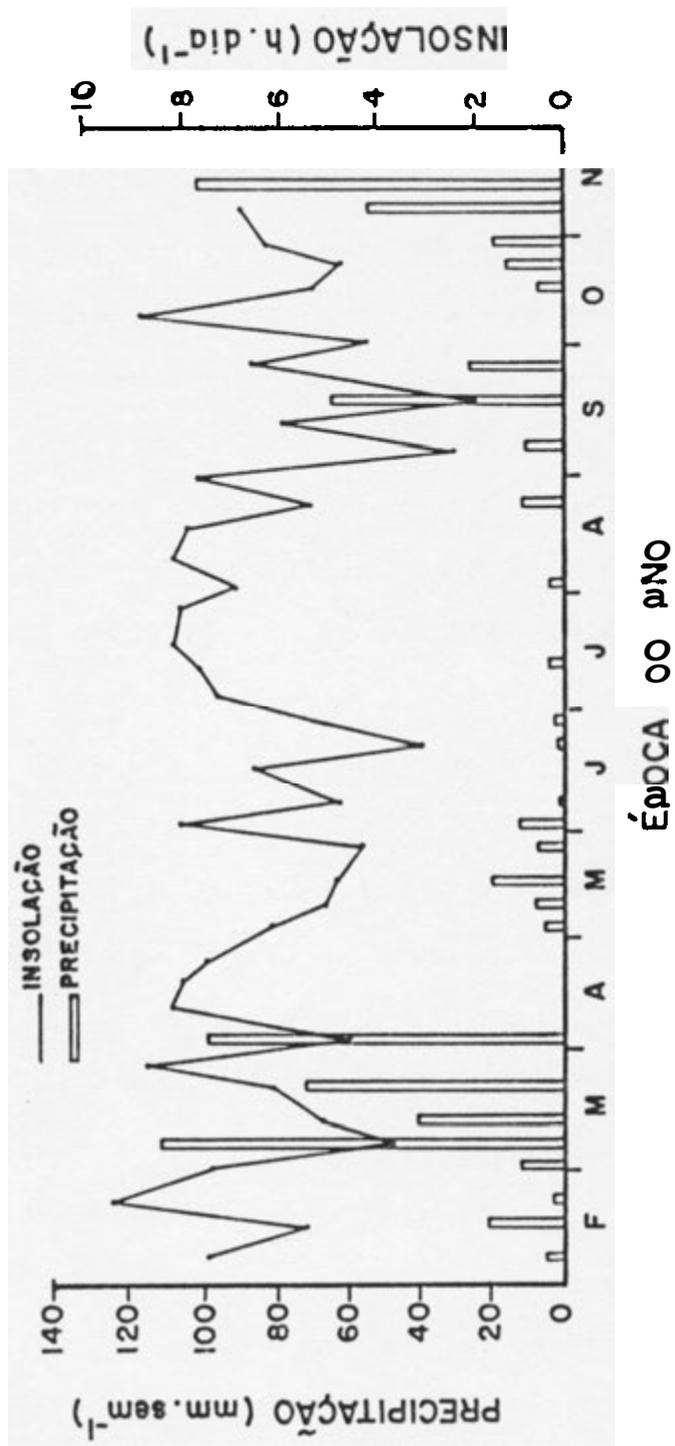


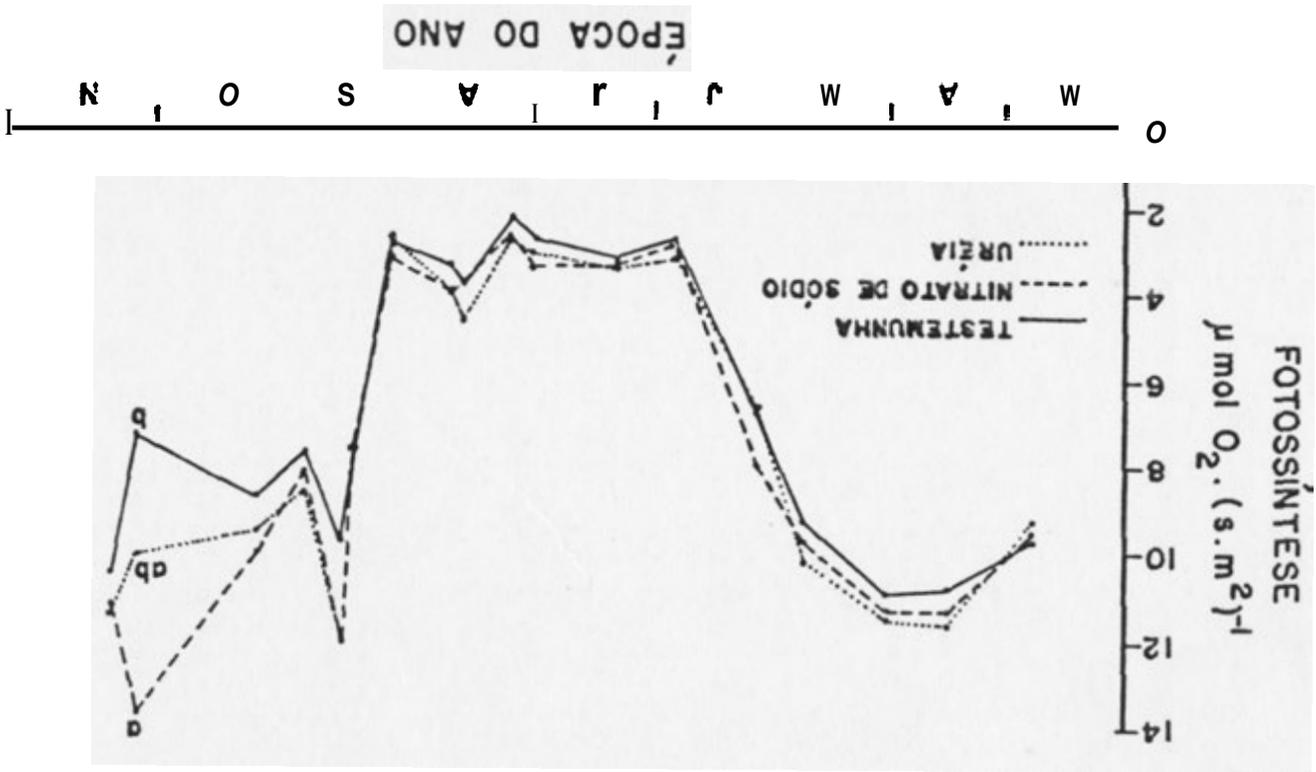
FIGURA 5 - Precipitação Pluvial e Insolação, de Fevereiro a Novembro de 1987.

Dos fatores limitantes relatados por SYLVAIN (1958), a queda da temperatura mínima foi o que mostrou melhor inter-relação com o crescimento neste estudo. No Zimbábue, onde as condições climáticas são semelhantes às de Viçosa (RENA e MAESTRI, 1989), o crescimento é mínimo de abril a setembro. período em que são registradas médias de temperaturas mínimas menores de 15°C (CLOWES e WILSON, 1974). Na região central da Colômbia, temperaturas noturnas abaixo de 15°C são freqüenteç nas épocas de menor atividade vegetativa do café (CASTILLO Z., 1957). Geralmente, o crescimento do cafeeiro é lento nos meses mais frios do ano (MAYNE, 1944; RAYNER, 1946; SUAREZ DE CASTRO e RODRIGUEZ, 1958; CASTILLO Z., 1957; MOTA, 1988; COOIL, 1954).

4.1.3. Fotossíntese Potencial e Teores de Carboidratos

A fotossíntese potencial do cafeeiro não foi significativamente influenciada pelo nitrato de sódio ou uréia adicionais, exceto em uma única ocasião (início de novembro), em que a fonte nítrica promoveu um aumento na taxa fotossintética potencial (Figura 6). Já as variações sazonais da fotossíntese potencial (Figura 6) estão aparentemente associadas à curva de temperaturaç mínimas (Figura 3). A correlação entre as variações das taxas fotossintéticas com as médias das temperaturas mínimas apresentou um coeficiente de 0,819 ($p = 0,00001$). A fotossíntese diminuiu a partir de fins de maio, atingindo valores mínimoç em fins de junho, permanecendo assim até o início de setembro, coincidindo com médias de temperaturas

FIGURA 6 - Fotossíntese Potencial dos Cafeeiros-Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Ureia, de Março a Novembro de 1987. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas entre as Médias dos Tratamentos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, na época em que Elas Ocorreram.



mínimas inferiores a $12,5^{\circ}\text{C}$ registradas no mesmo período. Por outro lado, aumento nas taxas fotossintéticas potenciais foi registrado em meados de setembro (Figura 6), concomitantemente com a elevação das médias das temperaturas mínimas para valores próximos de 15°C (Figura 3).

Os dados indicam que os decréscimos nas taxas fotossintéticas potenciais (Figura 6) não estiveram associados a tensões hídricas internas nas folhas (Figura 7). RODRIGUES (1988) estudou as alterações nas taxas de evolução do oxigênio fotossintético em mudas de café, ao longo de um ciclo de desidratação/reidratação, e notou que as taxas fotossintéticas sofreram reduções graduais em valores mínimos, aproximadamente, a partir de potenciais hídricos do xilema foliar de $-1,0$ MPa para o Catuaí e UFV-1603, de $-1,5$ MPa para o UFV-1353 e de $-2,0$ MPa para o Mundo Novo. No presente estudo, os potenciais hídricos do xilema foliar foram sempre maiores que $-1,1$ MPa (Figura 7), sendo que as menores taxas de fotossíntese (Figura 6) coincidiram com potenciais hídricos do xilema foliar maiores que $-0,8$ MPa. Além do mais, as taxas fotossintéticas declinavam no início de junho (Figura 6), ocasião em que os potenciais hídricos do xilema foliar eram os mais elevados (Figura 7).

Uma única exposição da parte aérea de plântulas de café a temperatura de 5°C , por 12 horas e a alta umidade relativa durante o nictoperíodo, ocasionou uma redução de 60% na taxa de fotossíntese líquida medida a 24°C no dia seguinte (BAUER *et alii*, 1985). Estes autores concluíram que apenas 25% desses decréscimos foram devidos ao fechamento estomático, sendo os outros 75% atribuídos a disfunções dos

cloroplastídios. A técnica usada no presente estudo para a quantificação da fotossíntese elimina o controle exercido pelos estômatos sobre o processo (JONES e OSMOND, 1973). Assim, as reduções observadas nas taxas fotossintéticas devem ser decorrentes de incrementos na resistência mesofílica, especificamente no que se refere a resistências bioquímicas provocadas por temperaturas inferiores a 12,5°C.

As taxas máximas de fotossíntese potencial observadas (Figura 6) foram semelhantes Aquelas encontradas para plantas jovens de café, sob condições controladas, usando-se os mesmos métodos (ALVES et alii, 1985a; CORDEIRO et alii, 1985). Em contraste, os valores máximos alcançados neste estudo (Figura 6) foram 4,3 vezes maiores que a taxa máxima constatada por NUTMAN (1937a), em condições de campo, e de 1,49 a 3,15 vezes maiores que as taxas mais elevadas, determinadas sob condições controladas (TIÓ, 1962; SÖNDHAL e TEH, 1980; FRISCHKNECHT et alii, 1982; NUNES, 1988). Além da eliminação do controle estomático sobre a fotossíntese (JONES e OSMOND, 1973), outra possível explicação para os valores mais elevados obtidos pela utilização da técnica polarográfica pode estar associada A baixa tensão do oxigênio na câmara de reação (menor que 10%) no momento dessas determinações, o que pode ter diminuído as taxas fotorrespiratórias a próximas de zero e, obviamente, aumentado a fotossíntese líquida.

As variações sazonais da fotossíntese potencial (Figura 6) não explicam os declínios acentuados nas taxas de crescimento de ramos (Figura 1) e de folhas (Figura 2), sugerindo que a diminuição do crescimento não está associada

a uma maior resistência bioquímica da fotossíntese. Isso porque a fotossíntese potencial declinou a partir de fins de maio, época em que o crescimento já havia atingido níveis próximos dos mínimos. Além disso, as taxas fotossintéticas (Figura 6) elevaram-se simultaneamente com o crescimento vegetativo (Figuras 1 e 2) em inícios de setembro, não antecedendo, portanto, a retomada do crescimento de ramos e folhas.

As flutuações nas concentrações de carboidratos nas folhas (Figuras 8, 9, 10 e 11) e nas raízes (Quadro 2) também não parecem estar relacionadas à queda do crescimento vegetativo da parte aérea do cafeeiro (Figuras 1 e 2). Pode-se notar que os teores de amido nas folhas aumentaram gradualmente a partir de fins de março, atingindo níveis muito altos na época fria (Figura 8), quando o crescimento havia praticamente cessado (Figuras 1 e 2). Todavia, o acúmulo de amido pode ser considerado como uma consequência e não a causa das quedas do crescimento, como relatou PRIESTLEY (1962) para maçã. Deve-se destacar que no período de início do declínio da fotossíntese (Figura 6) os teores de amido já haviam alcançado valores elevados (Figura 8). De princípios de setembro em diante, o amido nas folhas diminuiu rapidamente, sendo, provavelmente, utilizado para manutenção do crescimento vegetativo da parte aérea e do crescimento reprodutivo. Isso tem sido sugerido por CARVALHO (1985), CARVALHO et alii (1984), COOIL (1954) e RENA et alii (1983b).

Durante a época fria os teores de açúcares solúveis totais nas folhas ficaram aproximadamente constantes

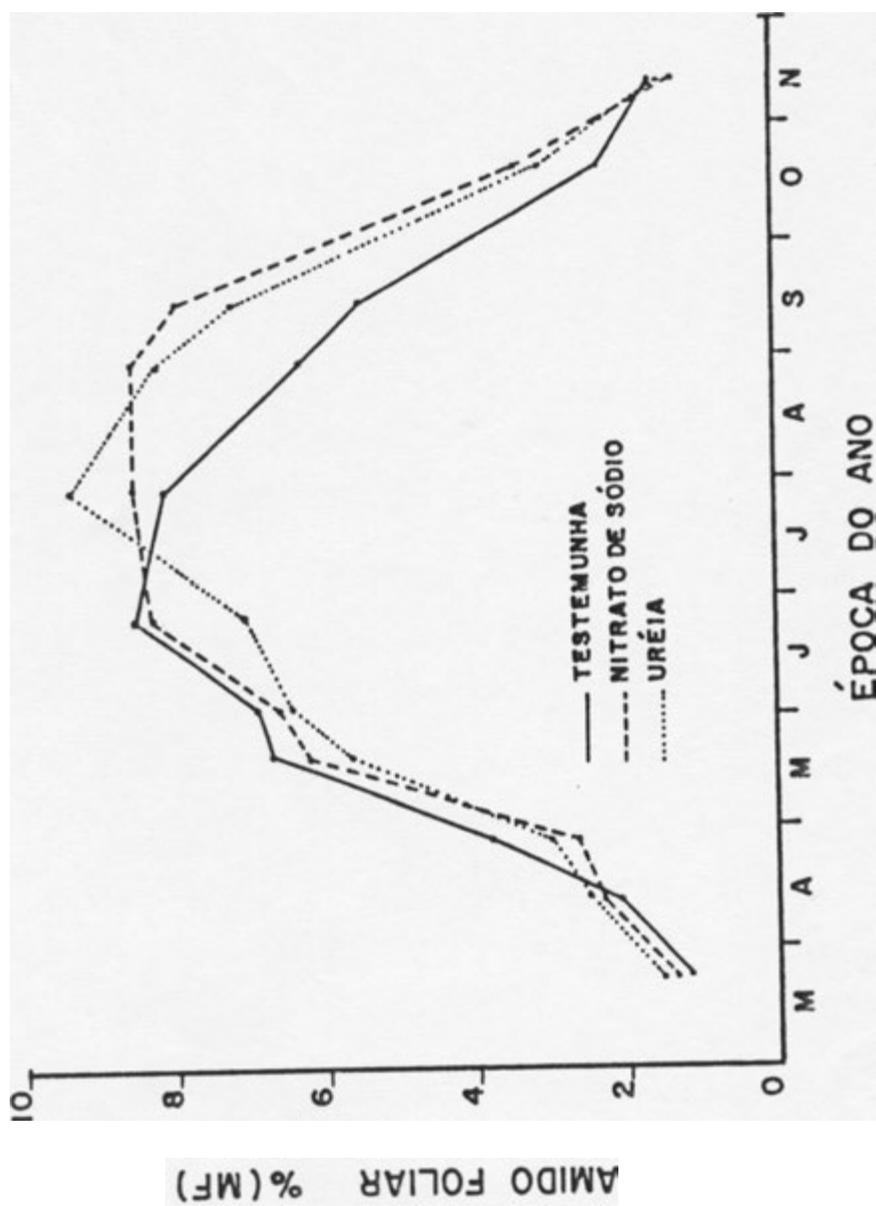


FIGURA 3 - Taxões de amido nos Folhas dos Cafeeiros-Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Março a Novembro de 1987.

AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS FOLIAR % (MF)

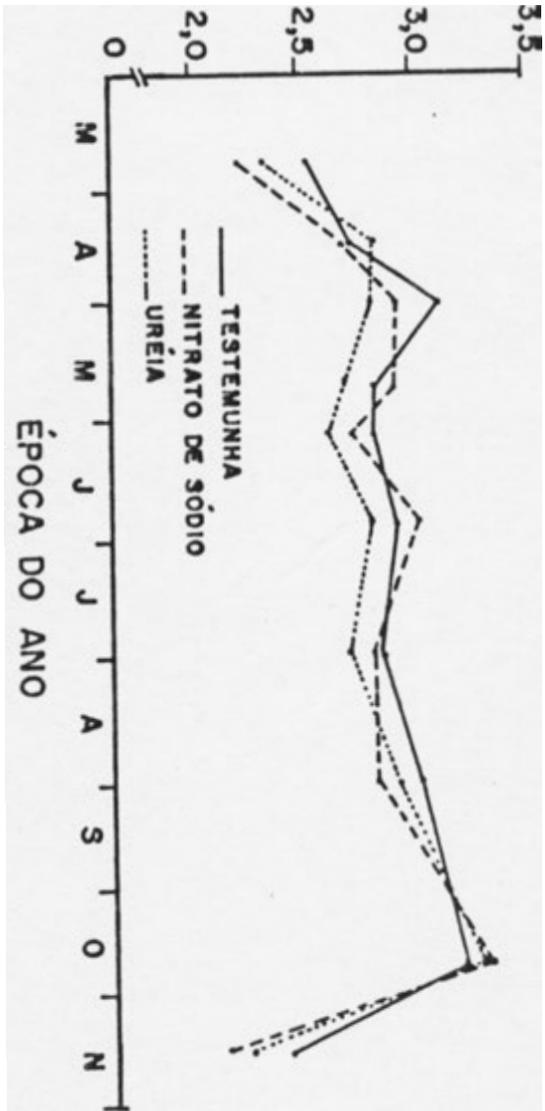
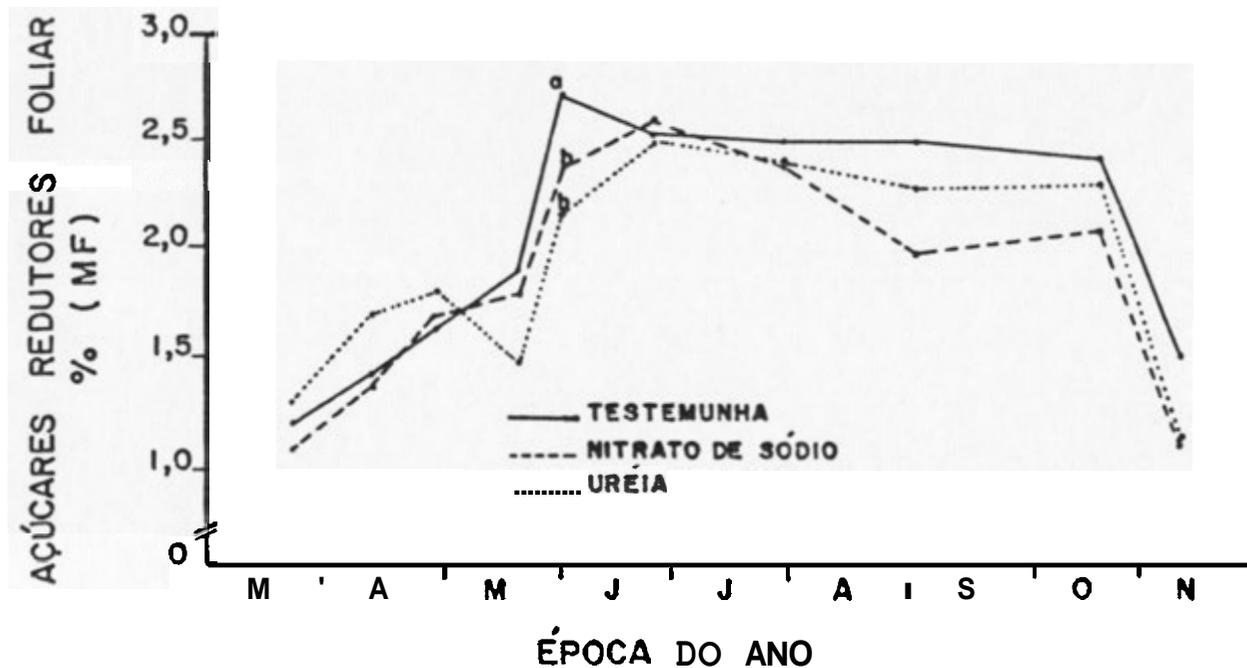


FIGURA 9 - Teores de Açúcares Solúveis Totais nas Folhas dos Cafeeiros - Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia em Março a Novembro de 1987.



FIGURO 10 - Teores de Açúcares Redutores nas Folhas dos Cafeeiros-Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Março a Novembro de 1987. Os Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas entre as Medias dos Tratamentos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, na ÉPOCA em que Elas Ocorreram

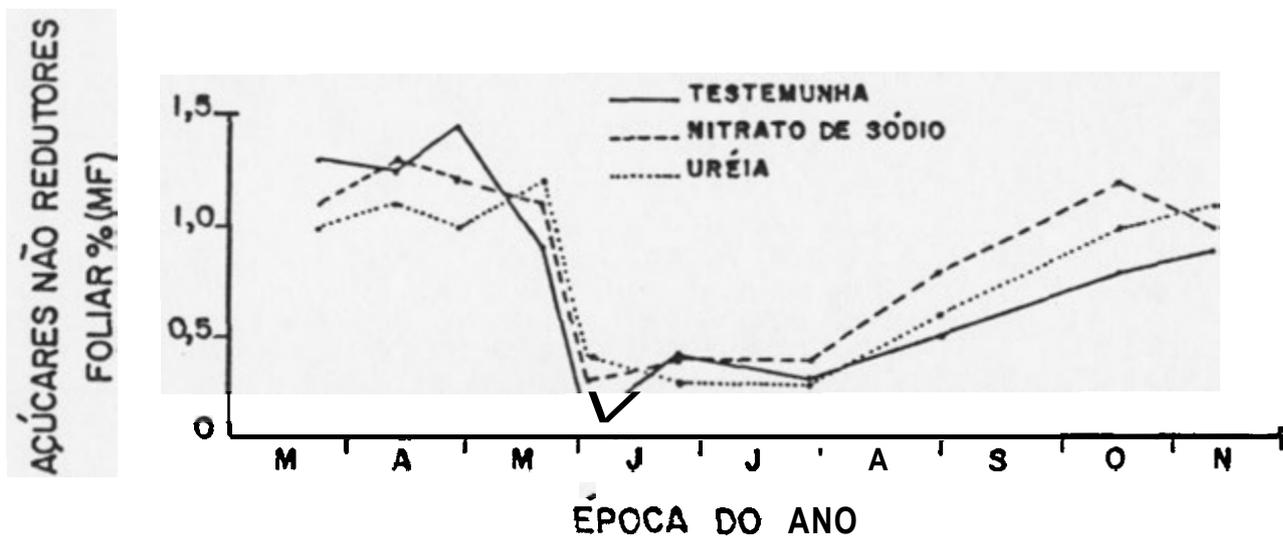


FIGURA 11 - Teores de Açúcares Não-Redutores nas Folhas dos Cafeeiros-Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Marco a Novembro de 1907.

QUADRO 2 - Teores de Amido (AM), Açúcares Solúveis Totais (AST), Açúcares Redutores (AR) e Açúcares Não-Redutores (ANR) nas Raízes dos Cafeeiros-Testemunha (T_0) e Supridos com Nitrato de Sódio (T_1) ou Uréia (T_2), de Marco a Novembro de 1987

Datas	AM			AST			AR			ANR		
	T_0	T_1	T_2	T_0	T_1	T_2	T_0	T_1	T_2	T_0	T_1	T_2
----- % (MF) -----												
24/Mar	0,32	0,31	0,38	0,52	0,54	0,56	0,16	0,23	0,22	0,36	0,31	0,34
14/Abr	0,30	0,31	0,36	0,59	0,68	0,62	0,26	0,28	0,26	0,33	0,40	0,36
29/Abr	0,%	0,42	0,30	0,57	0,66	0,67	0,31	0,24	0,30	0,26b	0,42a	0,37ab
20/Mai	0,46	0,35	0,43	0,66	0,58	0,58	0,30a	0,21b	0,27b	0,36	0,37	0,31
03/Jun	0,55	0,41	0,49	0,71a	0,72a	0,59b	0,35	0,32	0,29	0,36ab	0,40a	0,30b
24/Jun	0,50	0,41	0,48	0,77	0,64	0,75	0,42	0,34	0,36	0,35	0,30	0,39
29/Jul	0,74	0,56	0,75	0,79	0,82	0,89	0,41	0,43	0,43	0,38	0,39	0,46
02/Set	0,99	0,67	1,05	0,75	0,88	0,80	0,34	0,42	0,37	0,41	0,46	0,43
07/Out	0,64ab	0,59b	0,99a	0,70	0,73	0,74	0,33	0,%	0,41	0,37	0,41	0,33
12/Nov	0,88a	0,68ab	0,57b	0,63	0,69	0,71	0,27	0,25	0,26	0,36	0,44	0,45

As letras minúsculas indicam diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, nas épocas em que elas ocorreram.

(Figura 9), enquanto os de açúcares redutores aumentaram (Figura 10) e os de açúcares não-redutores diminuíram (Figura 11), provavelmente devido ao transporte de sacarose para o sistema radicular. De fato os teores de amido, açúcares solúveis totais e redutores analisados nas raízes aumentaram do início de junho a início de setembro e mantiveram-se estáveis até o mês de novembro, a exceção dos açúcares redutores, que decresceram em meados de novembro (Quadro 2). Esses resultados sugerem que a força do dreno do sistema tronco-raiz assume certa importância na época fria, semelhantemente ao que se observou no Quênia, onde os carboidratos foram mobilizados para o sistema tronco-raiz em época de menor atividade do crescimento vegetativo da parte aérea (CANNELL, 1971a; CANNELL e HUXLEY, 1970), principalmente na estação fria (CANNELL, 1971b).

Os teores de carboidratos foram pouco influenciados pelas fontes suplementares de nitrogênio. Nas folhas, ocorreu uma única diferença significativa, observada nos açúcares redutores no início de junho (Figura 10). Também nas raízes as poucas diferenças significativas ocorridas entre as médias das concentrações de carboidratos são de difícil interpretação (Quadro 2).

4.1.4. Assimilação do Nitrogênio

As fontes adicionais de nitrogênio nítrico e amídico não influenciaram a atividade da redutase do nitrato foliar (Figura 12), exceto em início de setembro e em outubro e novembro, época em que o N suplementar proporcionou maiores

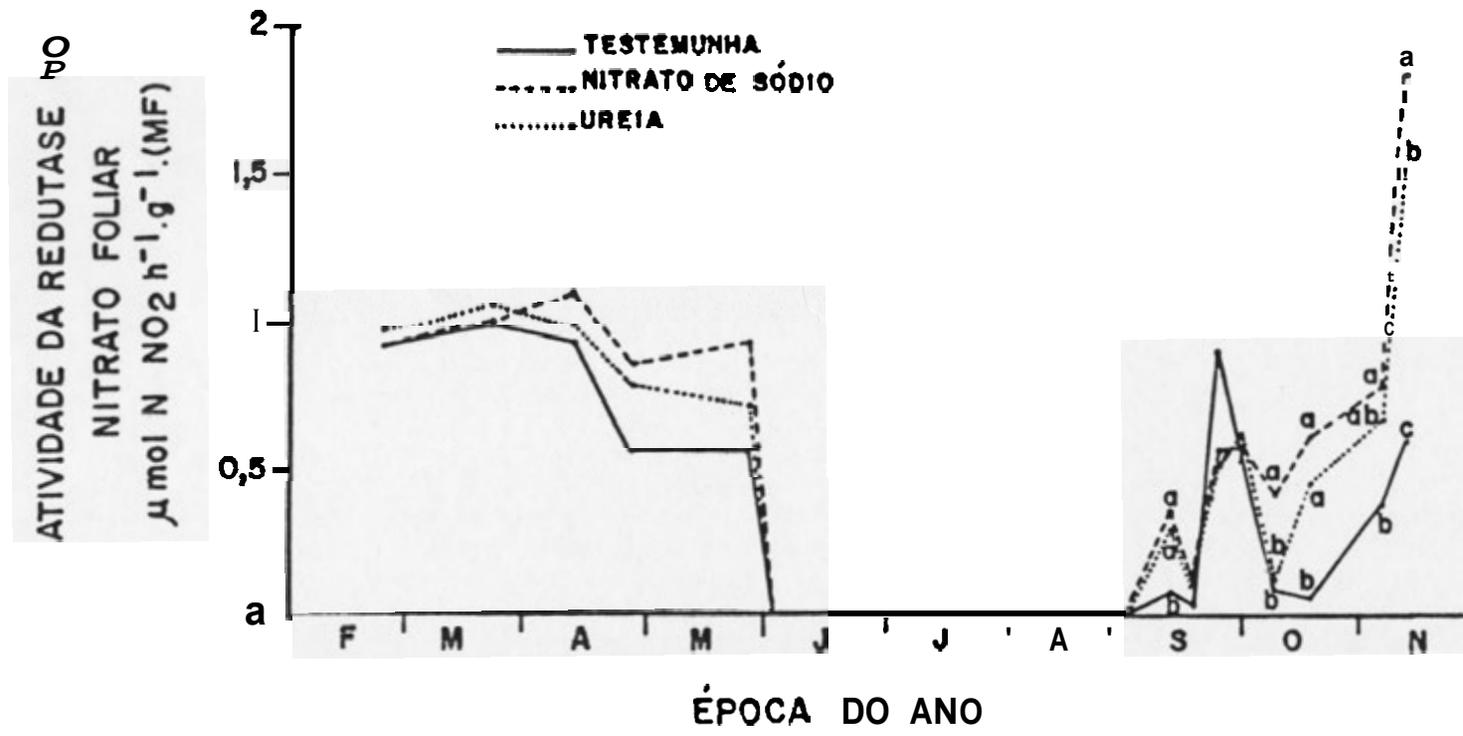


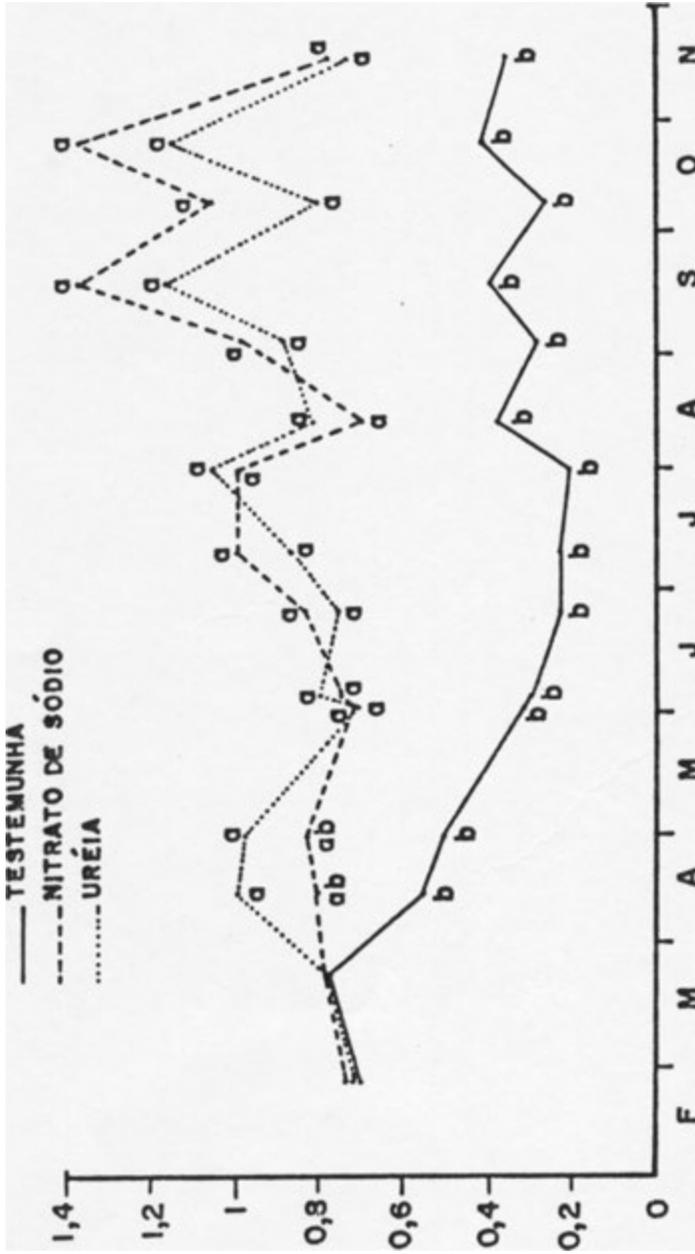
FIGURA 12 - Atividade da Redutase do Nitrato Foliar dos Cafeeiros-Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Fevereiro a Novembro de 1987. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas entre as Médias dos Tratamentos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas épocas em que Elas Ocorreram.

taxas de redução do nitrato. O fenômeno marcante foi o desaparecimento da atividade da redutase do nitrato nas folhas, independentemente da fonte de nitrogênio no início de junho permanecendo dessa maneira até o início de setembro. Sabe-se que a atividade da redutase do nitrato foliar de cafeeiros jovens diminui sensivelmente ■ medida que o potencial hídrico do xilema foliar assume valores mais baixos (MEGURO e MAGALHÃES, 1983; RODRIGUES, 1988). A um potencial hídrico de $-1,5$ MPa, as taxas de redução do nitrato nas folhas decresceram cerca de 50% nas progênes de café estudadas por RODRIGUES (1988). No presente estudo, os potenciais hídricos foliares ficaram sempre acima de $-1,1$ MPa (Figura 7). No início de junho, ocasião em que a atividade da enzima nas folhas não foi detectada pela primeira vez (Figura 12), o potencial hídrico foliar atingiu valores elevados (Figura 7). Portanto, a ausência de atividade da redutase do nitrato foliar (Figura 12) não deve estar associada ao balanço de água nas folhas, nas condições deste estudo. Parece que a atividade da enzima reflete as condições de temperaturas mínimas do ar, já que a ausência de atividade da redutase do nitrato nas folhas (Figura 12) coincidiu com épocas de temperaturas mínimas menores que $12,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 3). Outrossim, a correlação entre essas variáveis apresentou um coeficiente significativo de 0,475 ($p = 0,0172$). O reinício da detecção da assimilação do nitrato nas folhas (Figura 12) ocorreu em meados de setembro, paralelamente ■ elevação das temperaturas mínimas para valores próximos de 15°C (Figura 3).

No sistema radicular, a atividade da redutase do nitrato permaneceu significativamente elevada com o suprimento adicional de nitrogênio tanto na forma nítrica quanto na amídica (Figura 13). Nas plantas-testemunha, a atividade da enzima nas raízes decresceu rápida e progressivamente até fins de maio, mantendo-se nesses níveis até meados de novembro, possivelmente em decorrência da menor disponibilidade de nitrato. Provavelmente as condições microclimáticas do solo não foram limitantes aos processos de redução do nitrato radicular, mesmo no período frio. Nessas ocasiões, as temperaturas do solo, determinadas às 9:00 e às 14:00 horas, decresceram em fins de maio, permanecendo, assim, até agosto (Figura 14), mas na época mais fria as temperaturas às 9:00 horas ficaram entre 14°C e 16°, enquanto às 14:00 horas esses valores oscilaram entre 17,5°C e 19,8°C.

As variações na atividade da redutase do nitrato nas folhas (Figura 12) e nas raízes (Figura 13), ao longo do período estudado, não explicam as reduções do crescimento de ramos (Figura 1) e de área foliar (Figura 2). Uma evidência disto foi que o desaparecimento da atividade enzimática nas folhas (Figura 12) deu-se após o crescimento vegetativo ter atingido níveis mínimos (Figuras 1 e 2). Por outro lado, o reaparecimento da atividade da redutase do nitrato nas folhas (Figura 12) não antecedeu o reinício da fase de crescimento ativo (Figuras 1 e 2). Além disso, a manutenção da atividade enzimática nas folhas até fins de maio (Figura 12), bem como nas raízes durante toda a fase experimental (Figura 13), não impediu os declínios acentuados no

ATIVIDADE DA REDUTASE DO
 NITRATO NA RAIZ
 $\mu\text{mol N-NO}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\cdot(\text{MF})$



ÉPOCA DO ANO

FIGURA 13 - Atividade da Redutase do Nitrato Radicular dos Cafeeiros-Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Fevereiro a Novembro de 1987. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas entre as Médias dos Tratamentos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas épocas em que Elas Ocorreram.

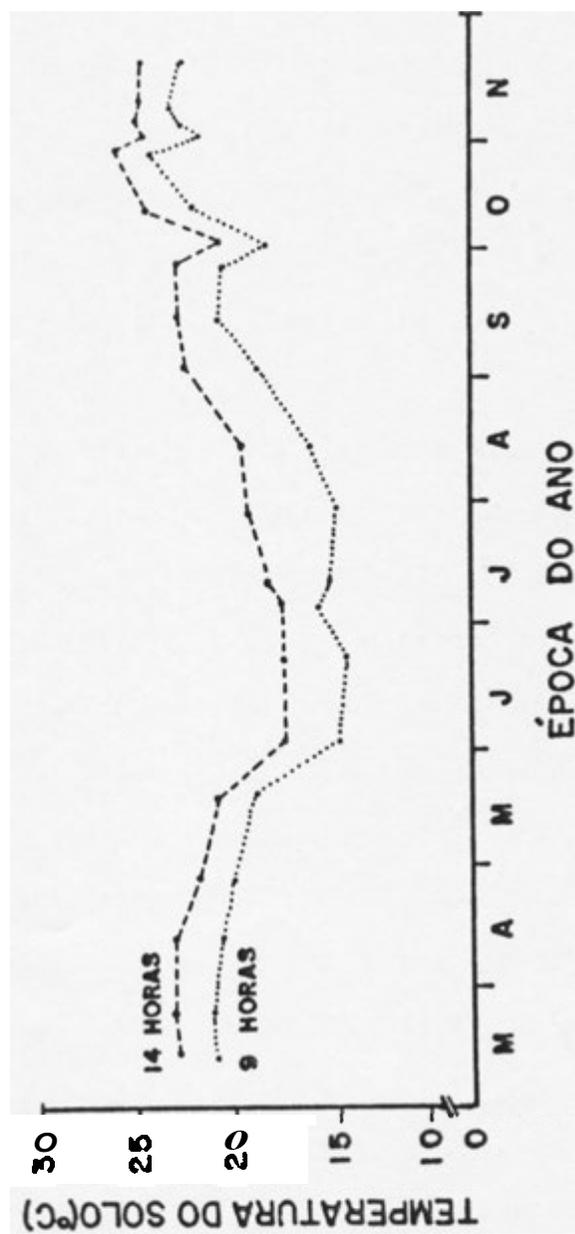


FIGURA 14 - Temperatura do Solo Medida entre 9:00 e 10:00 Horas (9 Horas) e entre 14:00 e 15:00 Horas (14 Horas), de Março a Novembro de 1987.

crescimento de ramos (Figura 1) e de folhas (Figura 2) nos cafeeiros supridos com nitrogênio extra.

Apesar dos teores de nitrato nas folhas terem caído a partir de fins de abril (Figura 15), antecedendo o desaparecimento da atividade da enzima (Figura 12), sua concentração permaneceu em torno de $50 \mu\text{g.g}^{-1}$ (MF) durante os meses mais frios do ano. Aparentemente esses teores seriam suficientes para a indução enzimática, pois em setembro as concentrações de nitrato foliar diminuíram ainda mais, coincidindo com o reaparecimento da atividade da redutase do nitrato.

Os teores de nitrato nas folhas foram maiores nos meses de março e abril, sendo máximos em fins de abril para os cafeeiros supridos com nitrogênio extra (Figura 15). Em oposição, a atividade da redutase do nitrato foliar foi mais elevada em meados de novembro que em quaisquer outras ocasiões (Figura 12). Esses resultados sugerem que o teor de nitrato nas folhas pode não estar diretamente relacionado com a atividade da redutase do nitrato, conforme foi anteriormente relatado por outros autores (NAIK *et alii*, 1982; QUEIRÓZ, 1986; RENA e CORDEIRO, 1989; RENA *et alii*, 1989; SMIRNOFF *et alii*, 1984; SMIRNOFF e STEWART, 1985).

O nitrato quantificado nas folhas parece não retratar a quantidade disponível ao sítio de ação da enzima (QUEIRÓZ, 1986), vez que sua quase totalidade pode estar separada do "pool" metabólico no interior dos vacúolos (BEEVERS e HAGEMAN, 1980; MARTINOIA *et alii*, 1981; NAIK *et alii*, 1982; PATE, 1973; SMIRNOFF e STEWART, 1985). Sabe-se que a transferência de nitrato dos vacúolos para o

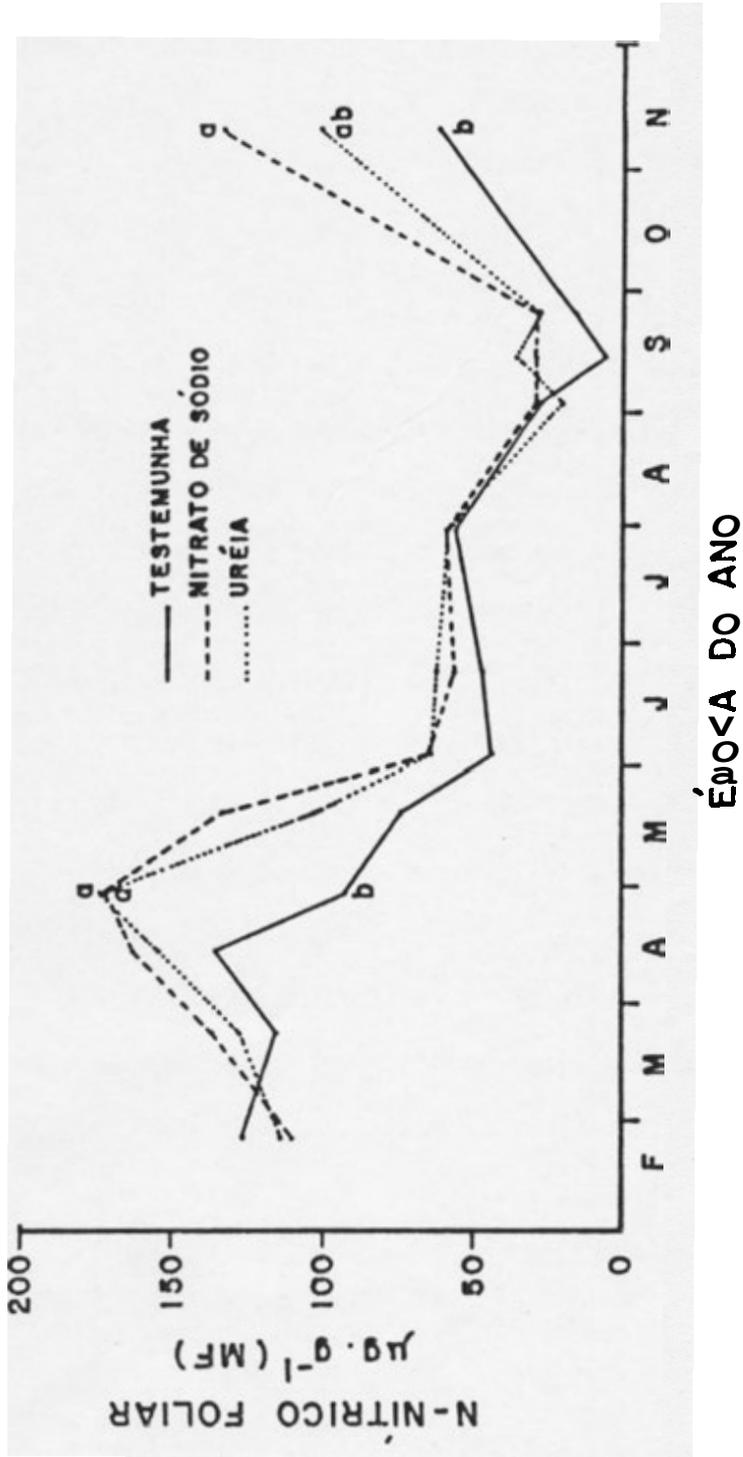


FIGURA 15 - Teores de N-Nítrico nas Folhas dos Cafeeiros-Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Fevereiro a Novembro de 1987. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas entre as Médias dos Tratamentos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas épocas em que Elas Ocorreram.

citoplasma requer luz (ASLAM et alii, 1976; NAIK et alii, 1982), mas no caso do cafeeiro presume-se que esse processo possa ocorrer independentemente da luz (ALVES et alii, 1985b; CORDEIRO et alii, 1984; QUEIRÓZ, 1986).

E possível que a redutase do nitrato seja influenciada pelo ambiente (GUPTA e BEEVERS, 1985) e que possa ser induzida pelo seu substrato (BEEVERS e HAGEMAN, 1980). Para a manutenção da síntese da enzima é necessário a absorção contínua de nitrato (JACKSON et alii, 1973). Assim, aparentemente, para manter a atividade da redutase do nitrato foliar, talvez o fluxo contínuo de nitrato via xilema seja mais importante que a sua concentração nas folhas (QUEIRÓZ, 1986; RENA e CORDEIRO, 1989; RENA et alii, 1989; SMIRNOFF et alii, 1984; SMIRNOFF e STEWART, 1985). Uma vez que os teores de nitrato foliar permaneceram constantes durante toda a época fria (Figura 15), simultaneamente à ausência de atividade da redutase do nitrato (Figura 12), pode-se sugerir que o transporte de nitrato para as folhas foi paralisado. Para reforçar essa sugestão, observou-se que os teores de N, P, K, Ca e de Mg nas folhas foram mínimos nos meses de junho a agosto. Os teores de N total nas folhas eram de 4% no mês de março/87, mas a partir de fins de maio esses teores diminuíram gradativa e independentemente de adubações suplementares com N para cerca de 2,7%, assim permanecendo durante todo o inverno.

Provavelmente a regulação da atividade da redutase do nitrato foliar esteja relacionada ao fluxo de nitrato no citoplasma das folhas pela liberação desse ânion dos vacúolos e, principalmente, pela translocação do N-nítrico

da raiz (QUEIRÓZ, 1986). Contudo, não se pode descartar a possibilidade de um efeito direto do frio reduzindo as taxas de síntese da enzima em relação à sua degradação. Entrementes, os teores de nitrato foliar nos cafeeiros supridos com N adicional aumentaram até fins de abril (Figura 15), sugerindo que os declínios no crescimento (Figuras 1 e 2) não foram devidos à diminuição na translocação de nitrato por via do xilema.

Os teores de nitrato nas raízes mantiveram-se significativamente elevados com a adição suplementar de nitrogênio durante toda a fase estudada (Figura 16), à semelhança das variações da redutase do nitrato radicular (Figura 13). Sabe-se que a absorção contínua de nitrato é requerida para manter a síntese da redutase do nitrato em ápices de raízes em plântulas de milho (JACKSON *et alii*, 1973). Assim, em Cafeeiros-testemunha, os decréscimos graduais e **progressivos** da atividade da redutase do nitrato radicular (Figura 13) poderiam ser atribuídos à **diminuição** da disponibilidade de nitrato nesse órgão (Figura 16).

O N-amoniacoal não se acumulou nas raízes e não foi detectado nas folhas em toda a fase estudada, mesmo em cafeeiros supridos com uréia (Quadro 3). Em plantas jovens de café o amônio não foi encontrado na seiva do xilema (QUEIRÓZ, 1986), embora isso não deva ser peculiar apenas ao café (PATE e WALLACE, 1964). Os altos teores de N-nítrico (Figura 16) em relação às concentrações de N-amoniacoal (Quadro 3) podem não estar associados à absorção diferencial desses compostos, pois a absorção de nitrato parece não ser retardada pela absorção de amônio (FRIED *et alii*, 1965),

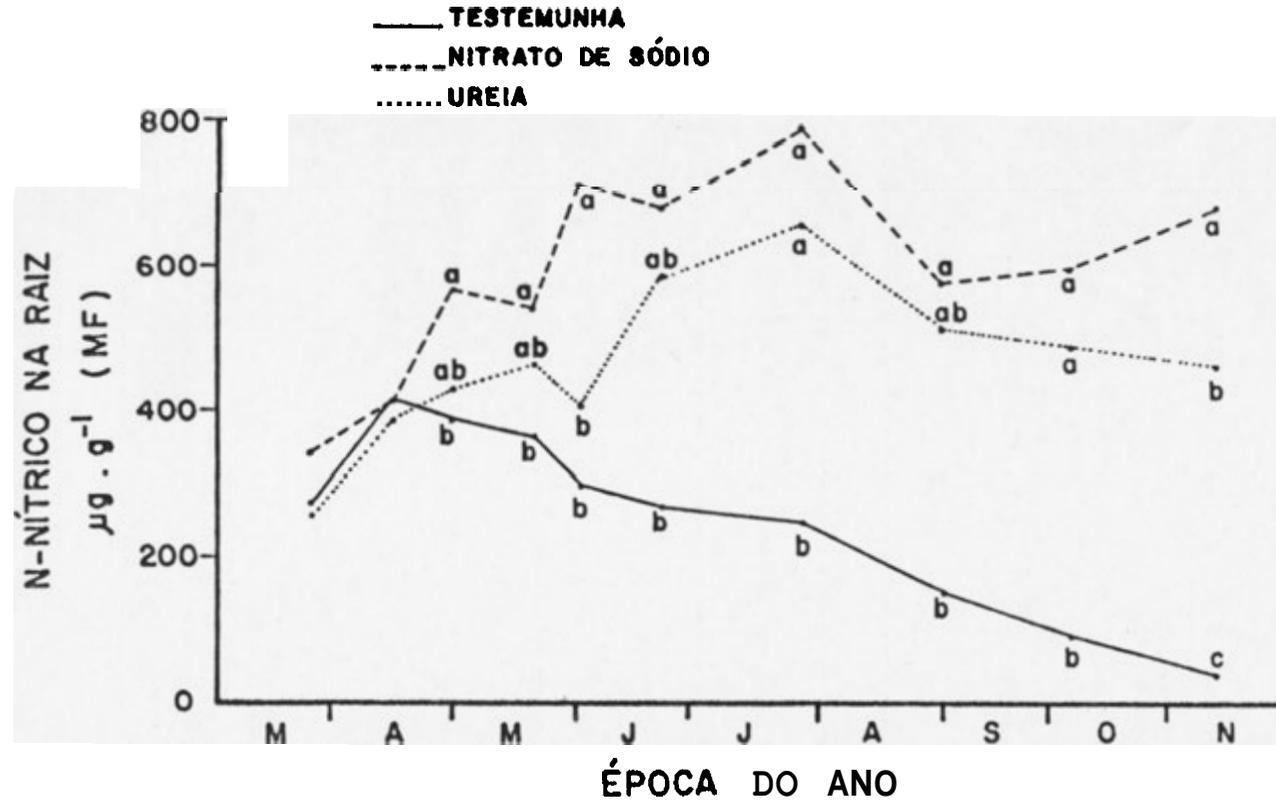


FIGURA 16 - Teores de N-Nítrico nas Raízes dos Cafeeiros-Testemunha e Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Março a Novembro de 1987. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas entre as Médias dos Tratamentos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas épocas em que Elas Ocorreram.

OUADRO 3 - Teores de N-Amínico (N-AA) nas Folhas e nas Raízes e de N-Amóniacal (N-NH₄⁺) nas Raízes em Cafeeiros-Testemunha (T₀) e Supridos com Nitrato de Sódio (T₁) ou Uréia (T₂), de Marco a Novembro de 1987

Datas	Folhas			Raízes					
	N-AA			N-AA			N-NH ₄ ⁺		
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₁	T ₂	T ₀	T ₁	T ₂
μ mol g ⁻¹ (MF)						μg g ⁻¹ (MF)			
24/Mar	49,8	42,4	39,6	11,4	12,5	11,7	40,2	39,7	42,8
14/Abr	41,1	44,4	43,1	11,0	9,4	10,9	53,1	42,8	38,7
28/Abr	30,3 b	38,8 a	37,2 ab	6,7	7,5	7,4	21,6 b	29,8 a	32,3 a
20/Mai	29,5	30,8	31,8	6,9	8,8	15,6	24,1	33,8	49,3
02/Jun	26,0	28,3	26,4	6,5	8,2	16,1	31,7	26,6	60,3
24/Jun	27,7	31,4	29,4	9,0 b	11,9 b	29,2 a	32,5 b	45,7 b	73,1 a
29/Jul	22,5	30,3	28,4	7,0 b	19,5 b	37,2 a	30,3 b	53,6 ab	99,9 a
02/Set	19,1 b	26,4 a	26,5 a	7,6 b	17,7 ab	33,2 a	27,7	42,6	45,7
17/Set	23,0	24,3	24,4	-	-	-	-	-	-
07/Out	-	-	-	6,2 b	15,6 b	26,8 a	20,3 b	50,8 a	49,7 ab
20/Out	15,6 b	23,6 ah	23,8 a	-	-	-	-	-	-
12/nov	17,8 b	25,6 a	25,7 a	5,9	11,9	15,0	21,6	32,1	38,2

As letras minúsculas indicam diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, nas bocas em que elas ocorreram.

sendo o inverso também aparentemente verdadeiro (SCHRADER *et alii*, 1972). Isso indica que o nitrogênio aplicado na forma de uréia foi em grande parte nitrificado pelos microrganismos do solo, confirmando os relatos de RUSSEL (1973) de que essas transformações são rápidas em solos com temperatura acima de 7 a 10°C, sendo que a nitrificação procede mais rapidamente à temperatura do solo de 25 a 30°C. Deve-se considerar, no entanto, que o amônio é usado preferencialmente nas células (SHRADER *et alii*, 1972; SYRETT, 1956b), resultando em incrementos na síntese de aminoácidos (KIRKBY, 1968; SCHRADER *et alii*, 1972; SYRETT, 1956a). Essas informações, aliadas à elevada atividade da redutase do nitrato (Figura 13), podem explicar os maiores teores de N dos aminoácidos (Quadro 3) no sistema radicular dos cafeeiros supridos com uréia.

De modo geral, os efeitos da adubação suplementar com nitrogênio manifestaram-se nas folhas principalmente após o período frio, resultando em maior intensidade de crescimento (Figuras 1 e 2) e maiores teores de N-nítrico (Figura 15) e de aminoácidos (Quadro 3). No sistema radicular, o N suplementar induziu maior atividade da redutase do nitrato (Figura 13), bem como promoveu elevação dos teores de nitrato (Figura 16) e de aminoácidos (Quadro 3) praticamente durante todo o período sob estudo. Desse modo, é possível que metabólitos nitrogenados acumulados nas raízes durante o inverno possam suportar maior demanda da parte aérea nas estações subseqüentes, proporcionando maiores intensidades de crescimento de ramos e folhas (Figuras 1 e 2) (AMORAL *et alii*, 1990; KUMAR, 1979). Portanto, a aduba-

ção suplementar com nitrogênio na época fria, acompanhada de adequado manejo da disponibilidade hídrica, pode ser vantajosa para os cafeeiros, sobretudo após anos de grandes safras.

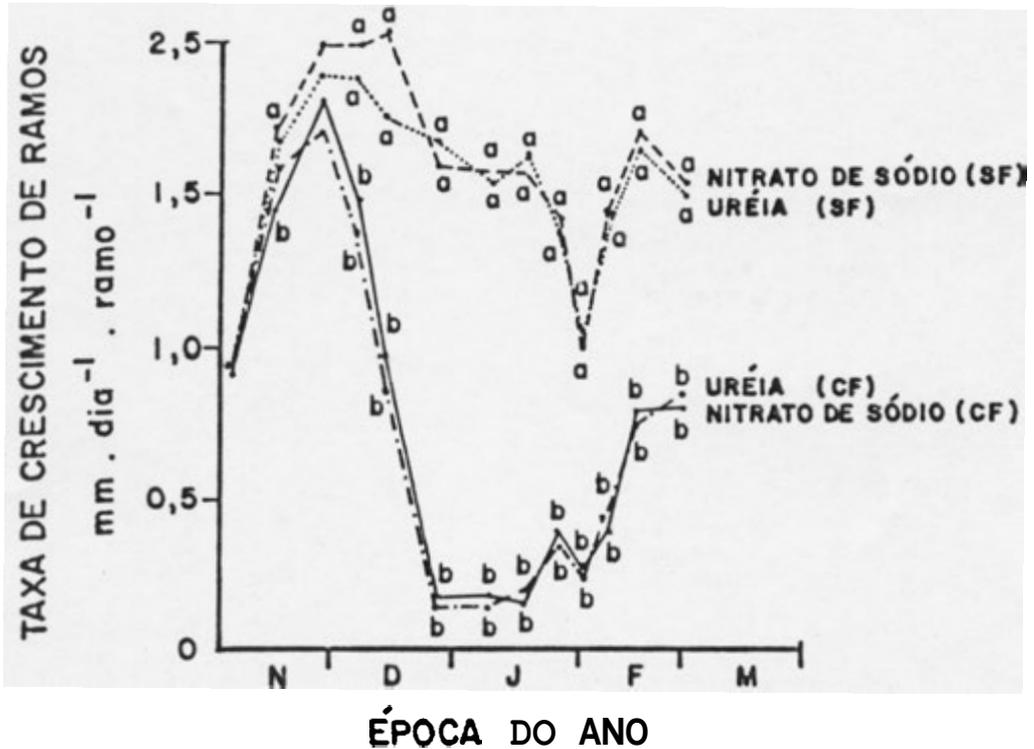
4.2. Fatores Associados à Queda da Taxa de Crescimento Vegetativo do Cafeeiro na Época Quente. em 1987

4.2.1. Fontes de Nitrogênio e Frutificação

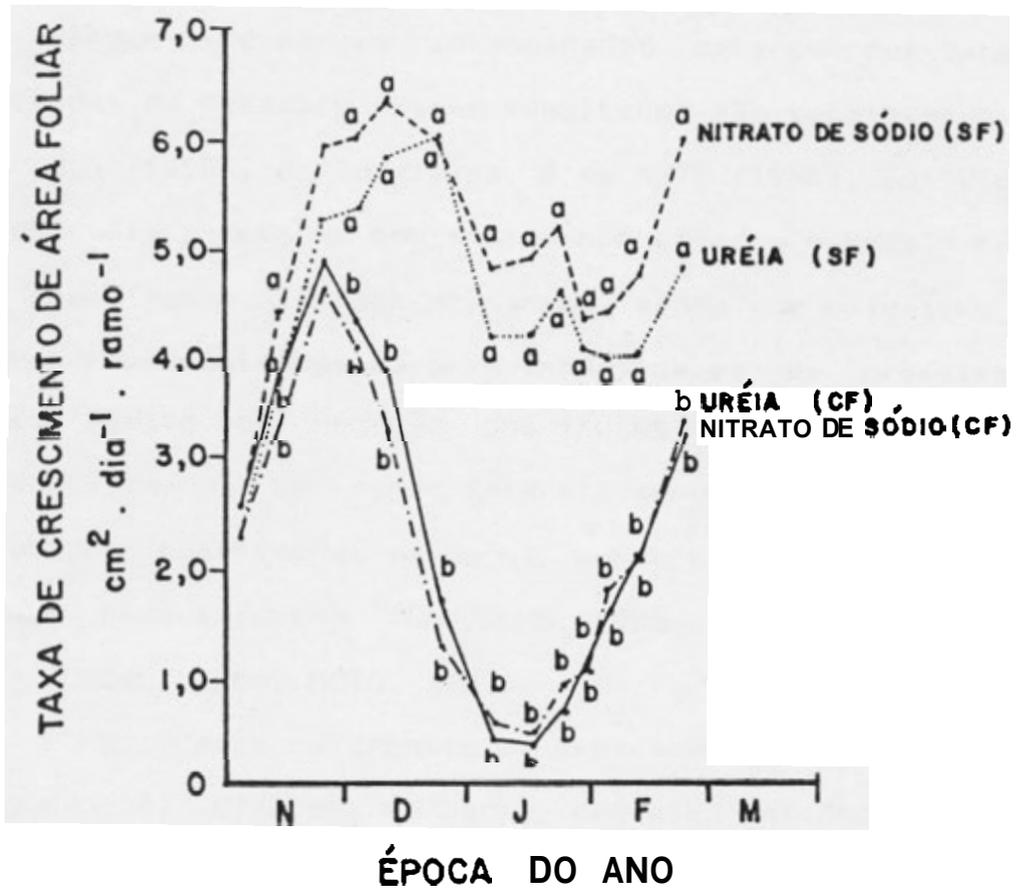
O padrão sazonal do crescimento vegetativo do ramo plagiotrópico (Figura 17) e da área foliar (Figura 18) não foi modificado pelas fontes de nitrogênio e nem pela remoção dos frutos. Nenhum dos tratamentos preveniu a queda nas taxas de crescimento de ramos e de folhas e não houve diferenças estatísticas entre cafeeiros supridos com nitrato de sódio ou uréia.

Embora a remoção dos frutos não tenha influenciado o padrão de crescimento, grandes diferenças foram observadas em função da presença dos frutos; os cafeeiros sem frutos exibiram maiores taxas de crescimento de ramos (Figura 17) e de área foliar (Figura 18). Nos cafeeiros com frutos o crescimento de ramos e de folhas caiu rapidamente a partir de fins de novembro, atingindo níveis mínimos em meados de dezembro, provavelmente em virtude da fase rápida de expansão dos frutos. Em meados de janeiro sofreu nova ascensão, mas com menor intensidade que nos cafeeiros desprovidos de frutos.

Nos cafeeiros sem frutos, o crescimento sofreu uma depressão durante a primeira quinzena de janeiro. À exceção



FIGURO 17 - Taxa de Crescimento de Ramos dos Cafeeiros Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, com (CF) e sem (SF) Frutos, de Novembro de 1987 a Março de 1988. Os Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas em Função da Presença ou Ausência de Frutos, em Cada Fonte de Nitrogênio, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas Épocas em que Elas Ocorreram.



FIGURO 1B · Taxa de Crescimento de Área Foliar, dos Cafeeiros Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, com (CF) e sem (SF) Frutos, de Novembro de 1987 a Março de 1988. Os Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas em Função da Presença ou Ausência de Frutos, em Cada Fonte de Nitrogênio, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas épocas em que **Elas** Ocorreram.

de uma pequena elevação nas intensidades de formação da área foliar, na terceira semana de janeiro o crescimento caiu novamente, alcançando taxas um pouco menores no final deste mês (Figuras 17 e 18). Desde então, as taxas de crescimento elevaram-se, porém em intensidades menores que aquelas ocorridas em dezembro. Esses resultados são semelhantes aos de BOSS (1958), em Turrialba, e de MOTA (1988), em Vicosá, pelos quais a remoção dos frutos não alterou o modelo básico de crescimento de ramos primários, ainda que cafeeiros sem frutos apresentassem maiores intensidades de crescimento. Outro efeito da remoção dos frutos foi o estímulo ao desenvolvimento de ramos laterais secundários e de ordem superior (observações visuais), conforme já verificado por alguns pesquisadores (CARVALHO, 1985; CARVALHO *et alii*, 1984; COOIL, 1954; MOTA, 1988).

Os dados referentes ao crescimento de área foliar (Figura 18) diferem, em parte, daqueles obtidos por MOTA (1988), segundo o qual as variações da área foliar foram aproximadamente semelhantes entre plantas com e sem frutos. Sendo as taxas de crescimento do cafeeiro dependentes da quantidade de frutos em expansão (GOMEZ-GOMEZ, 1977; MAYNE, 1944), uma provável diferença na carga pendente entre os cafeeiros dos dois estudos poderia justificar os diferentes resultados. Neste trabalho, observou-se uma produção média de 2,70 kg de café em coco por planta, que é considerada como uma carga pesada de frutos.

Os frutos em desenvolvimento têm alta capacidade competitiva, podendo drenar assimilados de folhas vizinhas e mesmo de regiões mais distantes do ramo, em detrimento das

partes vegetativas (CANNELL, 1970). Apesar de não alterar o modelo sazonal da distribuição de assimilados, os frutos constituem o depósito metabólico de maior força, e os assimilados movem-se preferencialmente para eles, restringindo, assim, o crescimento dos órgãos vegetativos (CANNELL, 1971a, 1971b; CANNELL e HUXLEY, 1970). Decréscimos nos teores de amido nas folhas dão indicações de sua utilização pelos frutos em desenvolvimento (COOIL, 1954; PATEL, 1970). bem como pelas partes vegetativas em crescimento (CARVALHO, 1985; CARVALHO et alii, 1984)

4.2.2. Teores de Carboidratos

O modelo básico das variações dos teores de amido não foi modificado em função da presença ou não de frutos tanto nas folhas (Quadro 4) quanto no sistema radicular (Quadro 5). Contudo, as concentrações de amido nas folhas e nas raízes, em varias ocasiões, foram superiores nos cafeeiros sem frutos, em comparação com aqueles em frutificação (Quadros 4 e 5). Trabalhando com a progênie de Catimor UFV-1359, CARVALHO (1985) também constatou que os teores de amido foliar foram maiores nas plantas que receberam desbaste de flores e frutos. No segundo ano de estudos, no entanto, verificou que esse comportamento não foi tão acentuado, embora as plantas sem frutos apresentassem valores um pouco superiores. No presente estudo, os teores de amido nas folhas dos cafeeiros sem frutos foram significativamente maiores aos daqueles com frutos, desde o início

QUADRO 4 - Teores de Amido (AM), Açúcares Solúveis Totais (AST), Açúcares Redutores (AR) e Açúcares Não-Redutores (ANR) nas Folhas dos Cafeeiros Supridos com Fontes de Nitrogênio (FN) Nítrica (T₁) ou Amídica (T₂), com (CF) e sem (SF) Frutos (FR), de Dezembro de 1987 a Fevereiro de 1988

Datas	FN	FR	AM	AST	AR	ANR
			% (MF)			
02/Dez	T ₁	(CF)	2,1 b	2,7 B	2,0	0,7
		(SF)	2,9 a	2,8	1,9	0,9
	T ₂	(CF)	2,4 b	2,9 A	2,1	0,8
		(SF)	3,4 a	2,8	2,2	0,6
04/Jan	T ₁	(CF)	0,6 b	2,2	1,0	1,2
		(SF)	1,6 a	2,7	1,2	1,5
	T ₂	(CF)	0,7 b	2,3	1,1	1,2
		(SF)	1,9 a	2,3	1,0	1,3
08/Fev	T ₁	(CF)	1,0 b	2,4	1,2	1,2
		(SF)	3,4 a	2,6	0,9	1,7
	T ₂	(CF)	1,4 b	2,3	1,0	1,3
		(SF)	4,0 a	2,5	1,1	1,4
23/Fev	T ₁	(CF)	1,1	2,4	1,2 b	1,2
		(SF)	3,2	2,4	1,5 a	0,9
	T ₂	(CF)	0,7 b	2,1	1,1 b	1,0
		(SF)	4,3 a	2,7	1,6 a	1,1

As letras minúsculas indicam diferenças significativas em função da presença ou ausência de frutos em cada fonte de nitrogênio, e as letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre fontes de nitrogênio, na presença ou na ausência de frutos, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, nas épocas em que elas ocorreram.

QUADRO 5 - Teores de Amido (AM), Açúcares Solúveis Totais (AST), Açúcares Redutores (AR) e Açúcares Não-Redutores (ANR) nas Raízes dos Cafeeiros Supridos com Fontes de Nitrogênio (FN) Nítrica (T₁) ou Amídica (T₂), com (CF) e sem (SF) Frutos (FR), de Dezembro de 1987 a Fevereiro de 1988

Datas	FN	FR	AM	AST	AR	ANR
			----- % (MF) -----			
02/Dez	T ₁	(CF)	0,46	0,64	0,25	0,39
		(SF)	0,48	0,71	0,28	0,43
	T ₂	(CF)	0,50	0,61	0,26	0,35
		(SF)	0,45	0,72	0,35	0,37
04/Jan	T ₁	(CF)	0,28 b	0,67 b	0,19	0,46
		(SF)	0,45 a	0,77 a	0,18	0,59
	T ₂	(CF)	0,29	0,65	0,17	0,48
		(SF)	0,42	0,70	0,20	0,50
08/Fev	T ₁	(CF)	0,36	0,68	0,12	0,56
		(SF)	0,46	0,69	0,16	0,53
	T ₂	(CF)	0,31 b	0,65	0,15	0,50
		(SF)	0,50 a	0,69	0,11	0,58
23/Fev	T ₁	(CF)	0,29 b	0,60 b	0,14 b	0,46 b
		(SF)	0,50 a	0,79 a	0,18 a	0,61 a
	T ₂	(CF)	0,27 b	0,56 b	0,12 b	0,44
		(SF)	0,43 a	0,68 a	0,18 a	0,50

As letras minúsculas indicam diferenças significativas em função da presença ou ausência de frutos, em cada fonte de nitrogênio, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, nas épocas em que elas ocorreram.

de dezembro, exceto em uma única ocasião (fins de fevereiro), apenas para os cafeeiros supridos com nitrato de sódio (Quadro 4). Provavelmente, as diferenças genéticas entre os germoplasmas do café nos dois estudos possam explicar as discordâncias desses resultados. Diferentemente do Catuaí, o UFV-1359 pode apresentar altas taxas fotorrespiratórias (RENA *et alii*, 1983a), o que poderia diminuir os carboidratos a serem armazenados no UFV-1359 (CARVALHO, 1985) em relação ao Catuaí (Quadro 4). Por outro lado, no presente trabalho utilizaram-se folhas do terço superior, ao passo que CARVALHO (1985) usou folhas da região mediana das árvores. Supõe-se, assim, que o conteúdo das reservas, nesses locais, deva variar de maneira desigual.

No início de janeiro ocorreram decréscimos nos teores de amido foliar nos cafeeiros com frutos e sem frutos (Quadro 4). Nessa ocasião, havia uma depressão no crescimento nos cafeeiros sem frutos e quase total paralisação desse evento naqueles com frutos (Figuras 17 e 18). Provavelmente, os carboidratos de reserva nas folhas decresceram para suportar o crescimento vegetativo e, sobretudo, a demanda por carboidratos pelos frutos em desenvolvimento. Considerando que as reservas de carboidratos dos cafeeiros em frutificação estavam praticamente esgotadas (Quadros 4 e 5), o crescimento vegetativo e a manutenção do desenvolvimento dos frutos devem ser, desde então, dependentes da fotossíntese corrente (RENA e MAESTRI, 1986, 1989).

As maiores taxas de crescimento de ramos (Figura 17) e de área foliar (Figura 18) nos cafeeiros sem frutos estiveram associadas aos teores mais elevados de amido nas

folhas (Quadro 4) e no sistema radicular (Quadro 5). Não obstante, parece que a depressão no crescimento nos cafeeiros sem frutos esteve relacionada a diminuições na disponibilidade de carboidratos. Observa-se que, nessa época, os níveis de amido nas folhas foram aparentemente baixos, independentemente da presença ou não de frutos (Quadro 4). Há também a possibilidade de que as reais disponibilidades de amido nas folhas sejam menores que os valores apresentados neste trabalho. Um estudo realizado POR COOIL (1954) mostrou que as folhas das partes jovens dos ramos com desbaste de todos os frutos contêm maiores teores de amido que as mesmas folhas em ramos frutíferos. Ele notou, no entanto, que nas partes suberizadas dos mesmos ramos os teores de amido foram negligíveis, independentemente da ausência de frutos. Parece que realmente os teores de amido nas folhas decrescem em sentido proximal nos ramos plagiotrópicos primários, em cafeeiros adultos, sob condições de cultura (J.D. ALVES e A.B. RENA, informações pessoais). Cabe ressaltar que no presente trabalho usaram-se folhas do terceiro par, localizadas nas partes jovens dos ramos plagiotrópicos primários, o que pode ter contribuído para superestimar as reservas de carboidratos disponíveis nos cafeeiros como um todo. Outrossim, ainda não foi esclarecido se nessas condições o crescimento do cafeeiro é mais dependente dos materiais de reserva ou dos produtos da fotossíntese corrente. Pelo menos para o crescimento da flor a fotossíntese corrente parece ser mais importante que qualquer outra fonte de assimilados (BARROS *et alii*, 1982).

As variações nos teores de açúcares solúveis totais nas folhas (Quadro 4) e no sistema radicular (Quadro 5) não estiveram relacionadas aos declínios no crescimento de ramos (Figura 17) e de área foliar (Figura 18) tanto nos cafeeiros sem frutos quanto naqueles em frutificação. Os teores de açúcares solúveis totais nas folhas, à semelhança dos resultados obtidos por COOIL (1954), bem como nas raízes, permaneceram praticamente inalterados durante toda a fase experimental. Já os açúcares redutores diminuíram e os não-redutores aumentaram no início de janeiro, mantendo-se, nessas condições, até o final dos estudos tanto nas folhas (Quadro 4) quanto nas raízes (Quadro 5), sugerindo conversão desses carboidratos no sentido da síntese de açúcares de transporte.

4.2.3. Características do Ambiente e Temperatura da COPA

É possível que a partir de fins de dezembro o crescimento possa ser limitado por fatores climáticos adversos. As temperaturas mais altas foram registradas em fins de dezembro e, sobretudo, desde a segunda semana de janeiro até o início de fevereiro (Figura 19). A insolação nesse período foi do mesmo modo muito elevada (Figura 20). Uma vez que o aumento da irradiância causa elevação da temperatura foliar (KUMAR e TIESZEN, 1980), esta assume maior importância na fisiologia do cafeeiro que a temperatura do ar (RENA e MAESTRI, 1986). Sabe-se que folhas de café expostas a pleno sol podem apresentar temperaturas de 10°C acima da temperatura do ar (BUTLER,

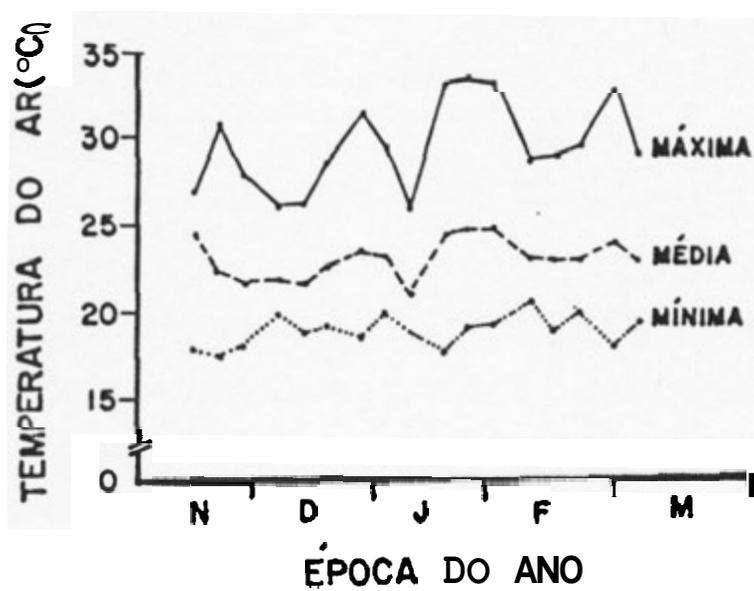


FIGURA 19 - Médias Semanais das Temperaturas Mínima, Média e Máxima do Ar, de Novembro de 1987 a Março de 1988.

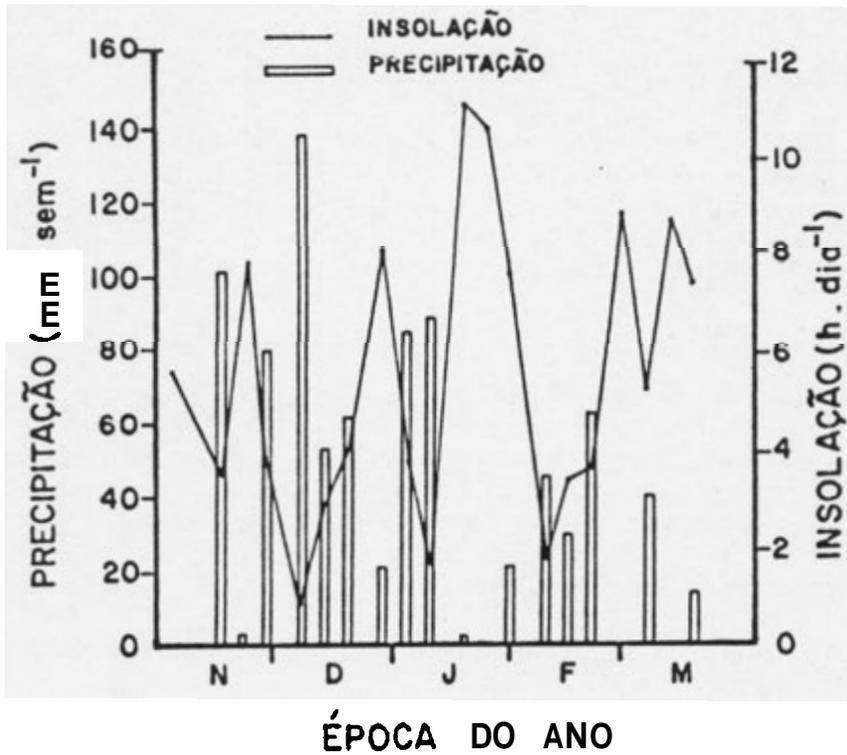


FIGURA 20 - precipitação Pluvial e Insolação, de Novembro de 1987 a Março de 1988.

1977; MOTO, 1988) ou mesmo ainda mais elevadas (ALVIM, 1958; BUTLER, 1977). Neste estudo, a temperatura da copa assumiu valores altos em fins de dezembro e nas três últimas semanas de janeiro, principalmente nos lados do cafeeiro exposto ao sol, isto é, ao leste pela manhã e a oeste H tarde (Figura 21). Um incremento nos processos respiratórios (FRIEND, 1984; RENO *et alii*, 1983a) e fotorrespiratórios (DECKER e TIÓ, 1959; RENA *et alii*, 1983a), bem como decrescimos nas taxas fotossintéticas líquidas (NUNES *et alii*, 1968; NUTMAN, 1937a; RENO *et alii*, 1983a; TIÓ, 1962), pode acompanhar essas elevações da temperatura em folhas de café fortemente iluminadas (RENO e MAESTRI, 1986; 1987). É importante a observação de que nessas épocas quentes ocorreram reduções nas intensidades de crescimento de ramos (Figura 17) e de folhas (Figura 18), sendo mais pronunciadas nas três últimas semanas de janeiro.

Um aspecto aparentemente paradoxal a considerar foi que em fins de novembro registraram-se temperaturas do ar relativamente elevadas (Figura 19), embora as taxas de crescimento nessa época foram máximas (Figuras 17 e 18). Por outro lado, na primeira semana de janeiro as temperaturas do ar (Figura 19) não pareceram ser inadequadas ao crescimento, embora este tenha sido menor (Figuras 17 e 18). As condições de brilho solar foram aparentemente inadequadas ao crescimento em ambas as ocasiões, sendo elevadas em fins de novembro e baixas no início de janeiro (Figura 20). Por outro lado, as reservas de carboidratos nas folhas foram maiores em novembro que em janeiro (Quadro 4),

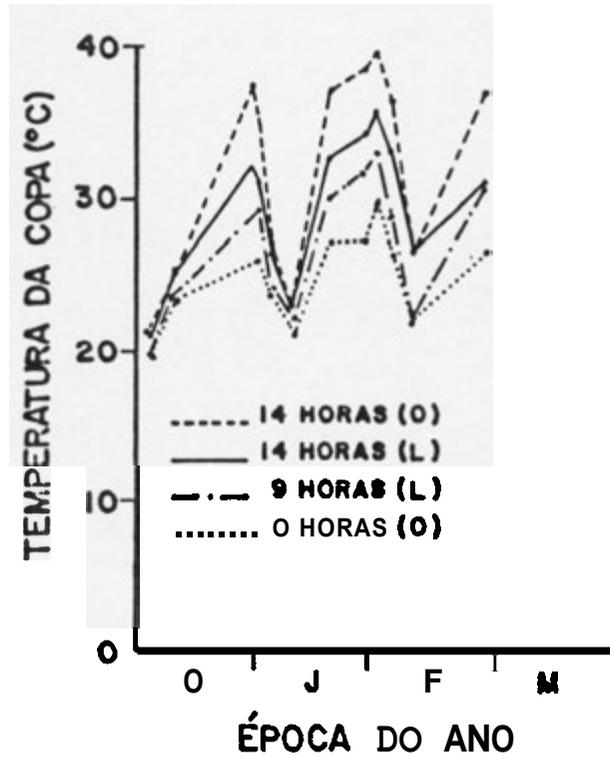


FIGURA 21 - Temperatura da Copa Tomada dos Lados Leste (L) e Oeste (O) em Cafeeiros sem Frutos Supridos com Nitrato entre 9:00 e 10:00 Horas (9 Horas) e entre 14:00 e 15:00 Horas (14 Horas), de Dezembro de 1987 a Março de 1988.

o que Poderia justificar, pelo menos em parte, o crescimento mais intenso na primeira época (Figuras 17 e 18).

Segundo ALÈGRE (1959), temperaturas médias mensais acima de 23°C e abaixo de 16°C são inadequadas ao crescimento do cafeeiro, sendo que a ótima situa-se entre 18°C e 21°C . Verificou-se, neste trabalho, que somente no início de janeiro a média da temperatura do ar (Figura 19) ficou dentre os limites ótimos estabelecidos por ALÈGRE (1959). Em contraposição, o crescimento nessa ocasião não reassumiu as intensidades máximas anteriores à sua queda (Figuras 17 e 18). Por outro lado, de meados de janeiro ao início de fevereiro, a depressão no crescimento (Figuras 17 e 18) esteve associada a temperaturas médias do ar superiores a 24°C (Figura 19), valor máximo de temperatura média, acima do qual o crescimento do café é limitado (RENA e MAESTRI, 1986). Sabe-se que na época quente em Viçosa o crescimento do cafeeiro pode ser deprimido por altas temperaturas e elevada irradiância (BARROS e MAESTRI, 1974), quando são freqüentes temperaturas maiores que 24°C (MOTO, 1988). O número de horas em que a temperatura esteve acima de 24°C (Figura 22) mostra que em fins de dezembro e principalmente nas três últimas semanas de janeiro os cafeeiros ficaram expostos a um período excessivo com temperaturas acima dos limites superiores considerados inadequados por ALÈGRE (1959). Nessas condições, os cafeeiros devem passar diariamente várias horas abaixo do ponto de compensação de CO_2 (RENA *et alii*, 1983a). Segundo NUNES *et alii* (1968), a partir de 24°C cada aumento de 1°C na temperatura provoca uma redução de 10% na produção de

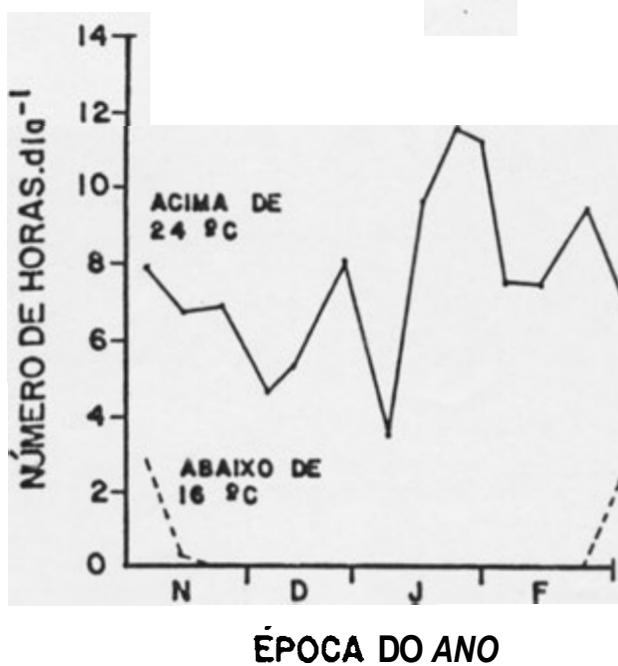


FIGURA 22 - Número de Horas em que a Temperatura do Ar Esteve Abaixo de 16°C ou Acima de 24°C, de Novembro de 1987 a Fevereiro de 1988.

matéria seca do cafeeiro, de tal modo que a 24°C o crescimento seria praticamente nulo. Por outro lado, o número de horas com temperaturas abaixo de 16°C (Figura 22) não deve estar relacionado com os declínios no crescimento na época quente (Figuras 17 e 18), conforme também foi sugerido por MOTA (1988).

As condições da temperatura do solo (Figura 23) não devem estar associadas com a depressão no crescimento de ramos (Figura 17) e de folhas (Figura 18). Pesquisa conduzida por FRANCO (1958), com cafeeiros jovens submetidos a diferentes temperaturas radiculares, mostrou que temperaturas de 26°C durante o dia e 20°C à noite deram os melhores resultados em termos de crescimento tanto das raízes quanto da parte aérea. No presente estudo, as temperaturas do solo avaliadas as 9:00 horas variaram de 21,8 a $24,6^{\circ}\text{C}$ e às 14:00 horas, de 23,1 a $27,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 23).

4.2.4. Fotossíntese Potencial e Resistência Difusiva Estomática

Não foram constatadas diferenças significativas nas taxas de fotossíntese potencial em função das fontes de nitrogênio e nem entre cafeeiros com frutos e sem frutos, exceto em uma única ocasião (início de janeiro), em que nos cafeeiros supridos com uréia a presença de frutos fez aumentar as taxas fotossintéticas potenciais (Figura 24). No que se refere à frutificação, sua influência parece estar restrita à fotossíntese líquida. FUJII e KENNEDY (1985)

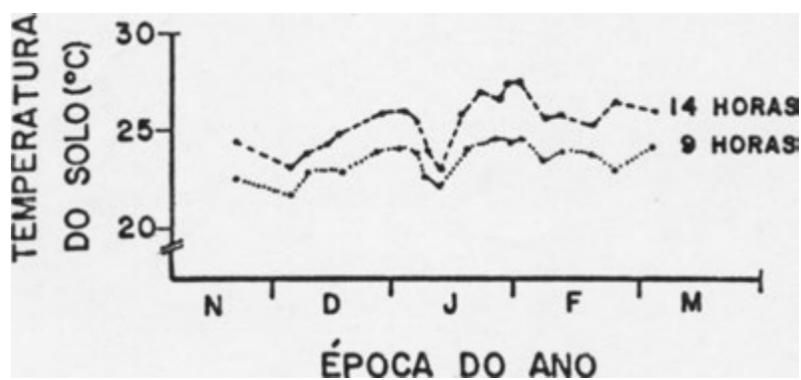


FIGURA 23 - Temperatura do Solo Medida entre 9:00 e 10:00 Horas (9 Horas) e entre 14:00 e 15:00 Horas (14 Horas), de Novembro de 1987 a Março de 1988.

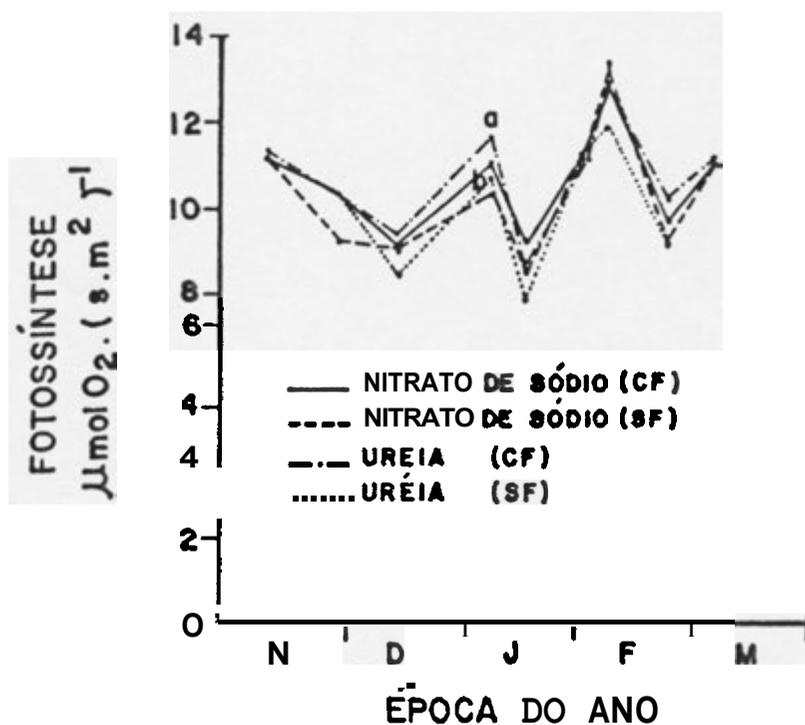


FIGURA 24 - Fotossíntese Potencial dos Cafeeiros Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, com (CF) e sem (SF) Frutos, de Novembro de 1987 a Março de 1988. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas em Função da Presença ou Ausência de Frutos, ao Nível da Fonte de Nitrogênio Amídica, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, na Época em que Elas Ocorreram.

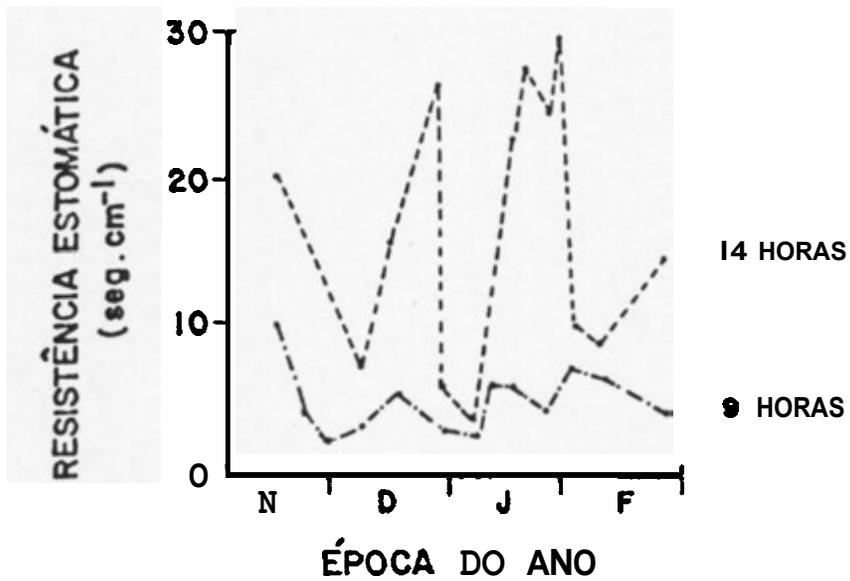
mediram as mudanças sazonais da fotossíntese líquida em folhas de maçã em ramos vegetativos e reprodutivos, para examinar os efeitos das interações fonte-dreno sobre a fotossíntese e fotorrespiração. As diferenças mais importantes ocorreram em dois períodos durante a estação de crescimento, quando as taxas fotossintéticas líquidas em folhas de ramos com flores ou com frutos foram significativamente maiores que em folhas de ramos vegetativos. Em cafeeiros também há algumas evidências sugerindo que a presença dos frutos aumenta a taxa assimilatória líquida (CANNELL, 1970, 1971a). As explicações para os decréscimos nas taxas fotossintéticas líquidas na ausência dos frutos são especulativas (FUJII e KENNEDY, 1985), mas parecem não estar associadas a resistências bioquímicas (NAFZIGER e KOLLER, 1976).

O potencial de fotossíntese manteve-se em níveis elevados, mesmo nas épocas mais quentes do ano (Figura 24). ALVES *et alii* (1985a) estudaram a influência da temperatura da câmara de reação do eletrodo de oxigênio sobre a fotossíntese potencial de diversos germoplasmas de café e observaram que o melhor desempenho do aparelho fotossintético, em função da temperatura de determinação, foi a 35°C para a maioria dos cafeeiros estudados. Temperaturas de crescimento das plantas relativamente elevadas (31°C) podem até favorecer o potencial de fotossíntese em cafeeiros jovens e adultos (ALVES *et alii*, 1985b). A monitoração polarográfica do oxigênio fotossintético elimina o controle estomático da fotossíntese (JONES e DSMOND, 1973). Assim, contrariando as informações

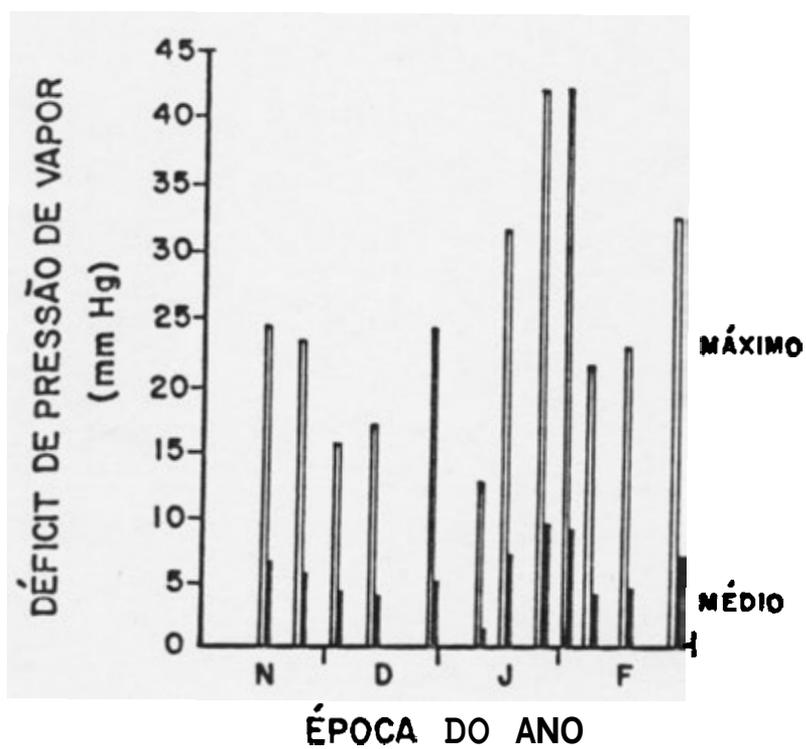
de KUMAR e TIESZEN (1980) , as perdas fotossintéticas do cafeeiro que em geral ocorreram sob condições de temperatura e irradiância elevadas podem estar relacionadas com a resistência estomática e não mesofílica (ALVES *et alii*, 1985a).

Os estômatos apresentaram maior abertura pela manhã que à tarde (Figura 25), à semelhança do que foi anteriormente notado por alguns autores (ALVIM, 1968; ALVIM e HAVIS, 1954; FRANCO, 1938; MAESTRI e VIEIRA, 1958; MOTA, 1988). Menores aberturas estomáticas à tarde ocorreram, sobretudo, em fins de dezembro e nas três últimas semanas de janeiro (Figura 25). Essa elevação da resistência estomática foi associada a altas temperaturas do ar (Figura 19) e da folha (Figura 21), a elevada insolação (Figura 20), a um maior número de horas com temperaturas acima de 24°C (Figura 22) e a altos déficits de pressão de vapor (Figura 26). Esses resultados reforçam as sugestões de BARRROS e MAESTRI (1974) sobre os efeitos adversos da temperatura e intensidade de radiação elevadas no crescimento do cafeeiro, na época quente.

MOTA (1988) encontrou que sob temperaturas foliares elevadas, altas resistências estomáticas ocorrem quando associadas a altos déficits de pressão de vapor, independentemente do potencial hídrico das folhas de café. Altas resistências estomáticas do cafeeiro durante o verão (Figura 25) parecem não estar mesmo associadas As variações do potencial hídrico foliar (Figura 27). Em condições controladas, RODRIGUES (1988) acompanhou as variações da resistência estomática em várias progênies de café ao longo do ciclo de desidratação/reidratação. Ele verificou que



FIGURO 25 - Resistência Difusiva Estomática em Cafeeiros sem Frutos Supridos com Nitrato, Medida entre 9:00 e 10:00 Horas (9 Horas) e entre 14:00 e 15:00 Horas (14 Horas), de Novembro de 1987 a Fevereiro de 1988.



FIGURO 26 - Deficit de Pressão de Vapor Máximo e Médio, de Novembro de 1987 a Fevereiro de 1988.

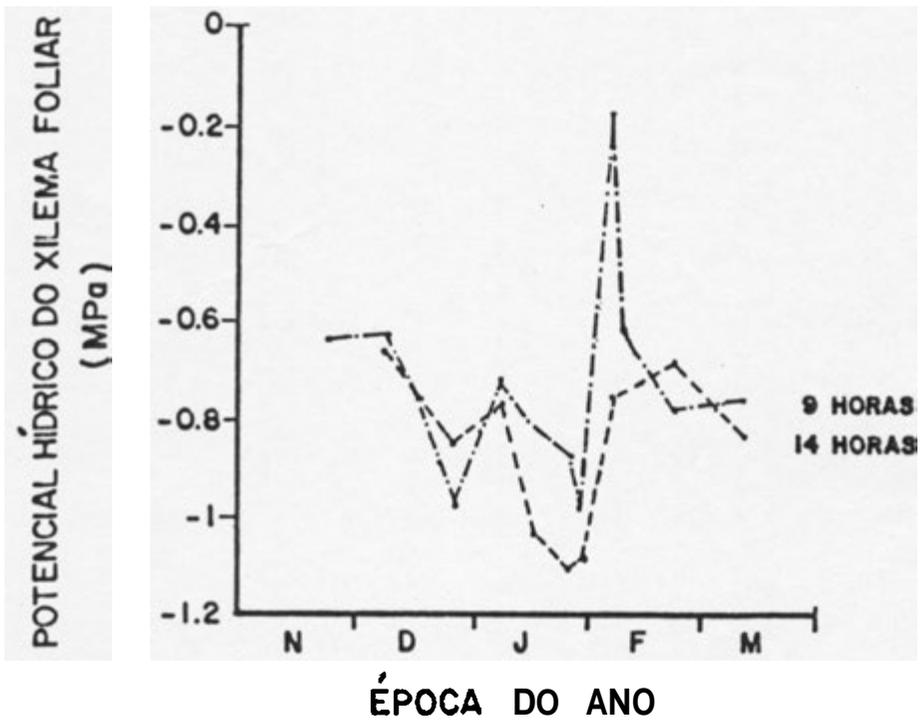


FIGURA 27 - Potencial Hídrico do Xilema Foliar em Cafeeiros sem Frutos Supridos com Nitrato, Medido entre 9:00 e 10:00 Horas (9 Horas) e entre 14:00 e 15:00 Horas (14 Horas), de Novembro de 1987 a Marco de 1988.

decréscimos nos potenciais hídricos das linhagens de Mundo Novo, Catuaí e UFV-1359 somente foram acompanhados de aumentos na resistência estomática a partir de $-1,5$ MPa. No presente estudo, os potenciais hídricos foliares estiveram sempre acima de $-1,1$ MPa, não permitindo concluir que o potencial hídrico do xilema foliar (Figura 27) esteja diretamente relacionado com as elevações na resistência estomática em condições de campo (Figura 25). A ausência de correlações entre o potencial hídrico xilemático e a condutância estomática tem sido observada para o café (FANJUL *et alii*, 1985). Já as elevações no déficit de pressão de vapor (Figura 26) coincidiram com aumentos na resistência estomática (Figura 25) no mesmo período. FANJUL *et alii* (1985) acompanharam as variações da condutância estomática em plantas jovens de café submetidas a diferentes déficits de pressão de vapor sob temperatura e irradiância constantes e notaram decréscimos acentuados da condutância com a diminuição da umidade relativa do ar.

4.2.5. Assimilação do Nitrogênio

O modelo de flutuação da atividade da redutase do nitrato foliar não foi modificado pelas fontes de nitrogênio e nem pela remoção dos frutos (Figura 28). As maiores taxas de redução do nitrato ocorreram entre o início de janeiro e o começo de fevereiro, coincidentemente com épocas de altas temperaturas do ar (Figura 19) e de elevada demanda evaporativa (Figura 26). Sabe-se que a redutase do nitrato é

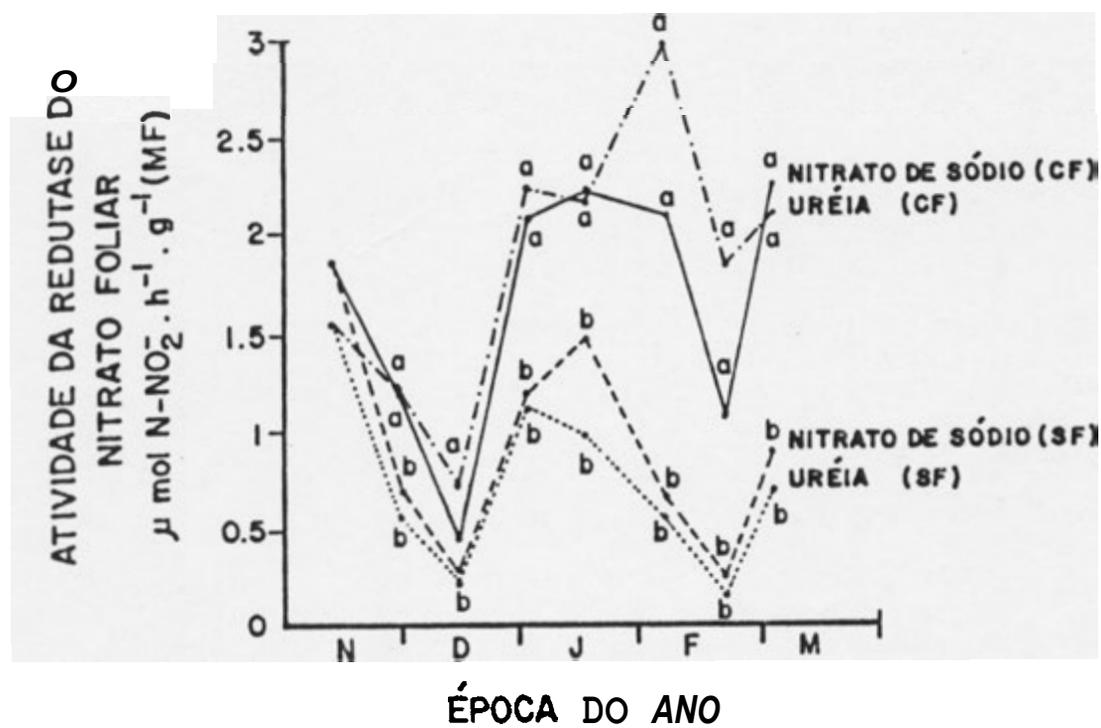


FIGURA 28 - Atividade da Redutase do Nitrato Foliar dos Cafeeiros Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, com (CF) e sem (SF) Frutos, de Novembro de 1987 a Março de 1988. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas em Função da Presença ou Ausência de Frutos, em cada Fonte de Nitrogênio, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas épocas em que Elas Ocorreram.

induzida pelo nitrato (BEEVERS e HAGEMAN, 1980) e que a ativação da enzima nas folhas está associada com a liberação do nitrato do "pool" de reserva e, principalmente, com o fluxo desse ânion por via do xilema, mas não com a sua concentração nas folhas (QUEIRÓZ, 1986; RENA e CORDEIRO, 1989; RENO *et alii*, 1989; SMINORFF e STEWART, 1985). Portanto, é possível que condições que favoreçam a transpiração devam facultar incrementos do influxo de nitrato nas folhas e, por conseguinte, a atividade da enzima nesse órgão.

Não houve diferenças significativas nas taxas de redução do nitrato foliar em função das fontes de nitrogênio (Figura 28). A atividade da redutase do nitrato, no entanto, é geralmente maior em plantas supridas com nitrato (FALEIROS *et alii*, 1975; FRITH, 1972; PATE, 1973), sugerindo inibição da síntese da enzima pelo amônio (PATE, 1973) ou por algum produto de sua assimilação (OREBANJO e STEWART, 1975). O N-amoniacoal, no presente estudo, não foi detectado nas folhas (Quadro 6), o que poderia justificar os resultados alcançados (Figura 28).

Independentemente da fonte de nitrogênio, a atividade da redutase do nitrato foliar foi significativamente maior em cafeeiros com frutos que naqueles sem frutos (Figura 28). Resultados semelhantes foram constatados por CARELLI e FAHL (1984), também com Catuaí Vermelho, porém em solução nutritiva. Eles notaram que a remoção de todas as flores do ramo plagiotrópico primário causou diminuições nas taxas de redução do nitrato

QUADRO 6 - Teores de N-Amínico (N-AA) nas Folhas e nas Raízes e de N-Amóniacal ($N-NH_4^+$) nas Raízes dos Cafeeiros Supridos com as Fontes de Nitrogênio (FN) Nítrica (T_1) ou Amídica (T_2), com (CF) e sem (SF) Frutos (FR), de Dezembro de 1987 a Fevereiro de 1988

Datas	Tratamentos	Folhas		Raízes	
		N-AA	N-AA	N-AA	$N-NH_4^+$
		-- μ mol .g ⁻¹ (MF)--		-- μ g .g ⁻¹ (MF)--	
02/Dez	T_1	(CF)	32,0	14,5	27,9
		(SF)	28,4	11,8	29,8
	T_2	(CF)	30,6	18,6	31,0
		(SF)	30,9	21,1	37,9
04/Jan	T_1	(CF)	26,2 b	10,2	24,5
		(SF)	34,8 a	8,5	20,4
	T_2	(CF)	25,6 b	8,9	29,4
		(SF)	37,2 a	14,3	30,6
08/Fev	T_1	(CF)	24,5 bB	5,4 b	15,8
		(SF)	31,3 a	8,8 aB	21,3
	T_2	(CF)	28,1 bA	8,1 b	27,7
		(SF)	32,2 a	16,0 aA	29,9
23/Fev	T_1	(CF)	31,4	8,0 b	31,0
		(SF)	34,7	10,7 a	28,5
	T_2	(CF)	24,0 b	5,5 b	26,7
		(SF)	36,1 a	9,1 a	24,8

As letras minúsculas indicam diferenças significativas em função da presença ou ausência de frutos, em cada fonte de nitrogênio, e as letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre fontes de nitrogênio, na presença ou ausência de frutos, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, nas épocas em que elas ocorreram.

foliar, em relação às folhas do ramo oposto que não sofreu desbaste de flores na mesma planta.

Sabe-se que cafeeiros com frutos absorvem e, ou, translocam minerais mais rapidamente que cafeeiros sem frutos (CANNELL e KIMEU, 1971). Em geral, os teores desses nutrientes nas folhas são maiores em cafeeiros com frutos do que nos sem frutos, sobretudo de minerais relativamente imóveis no floema, como é o caso do cálcio (CANNELL e KIMEU, 1971; CARVALHO et alii, 1984; RENA e CORDEIRO, 1989), indicando também maior absorção e, ou, translocação de minerais para as folhas na presença dos frutos. Desse modo, é possível que a atividade diferenciada nas taxas de redução do nitrato nas folhas de cafeeiros com frutos e sem frutos esteja relacionada à maior absorção e, ou, transporte de nitrato para as folhas nos cafeeiros em produção de frutos. Entretanto, os teores de nitrato nas folhas, independentemente das fontes de nitrogênio, foram estatisticamente iguais entre cafeeiros com e sem frutos, durante todo o período de estudos (Figura 29), não mostrando, assim, evidências de absorção diferencial desse composto entre cafeeiros vegetativos e reprodutivos. Deve-se considerar, no entanto, que as maiores taxas de redução do nitrato foliar nos cafeeiros com frutos (Figura 28) podem ter contribuído para minimizar o nitrato que seria excedente nas folhas em relação aos cafeeiros sem frutos.

Os teores de N-amínico nas folhas e nas raízes foram pouco influenciados pelas fontes de nitrogênio nítrica e amídica, tanto em cafeeiros com frutos como naqueles sem

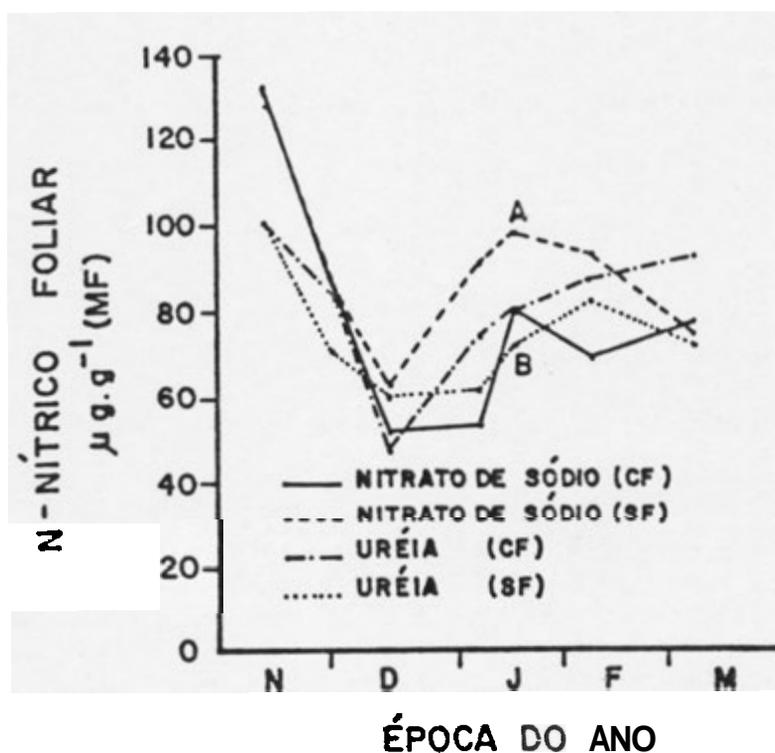
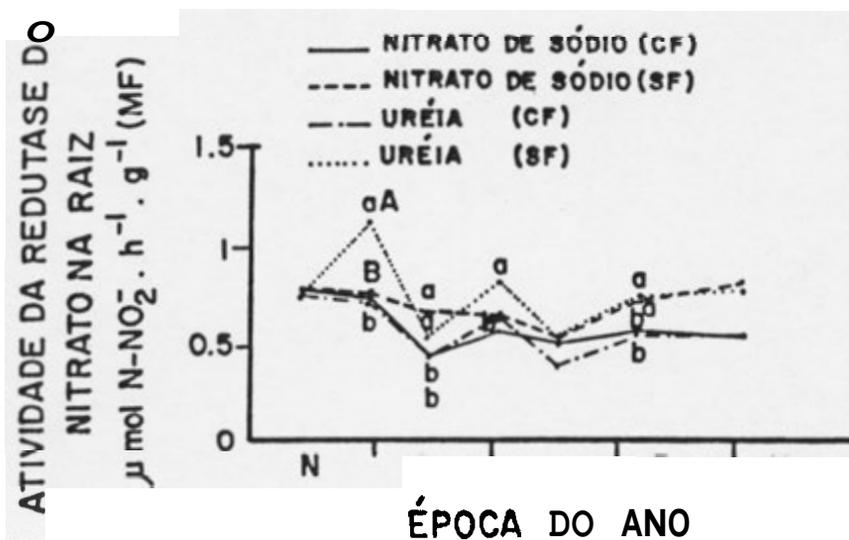


FIGURA 29 - Teores de N-Nítrico Foliar dos Cafeeiros Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, com (CF) e sem (SF) Frutos, de Novembro de 1987 a Março de 1988. As Letras Maiúsculas Indicam Diferenças Significativas entre Fontes de Nitrogênio, na Presença ou Ausência de Frutos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, na época em que Elas Ocorreram.

frutos (Quadro 6). De maior relevância foram as diferenças nos teores de aminoácidos entre cafeeiros com frutos e sem frutos. Em várias ocasiões os teores de N dos aminoácidos nas folhas e nas raízes, independentemente da fonte de nitrogênio, foram significativamente maiores em cafeeiros sem frutos, indicando que deve ter ocorrido mobilização desses metabólitos para os frutos em expansão em detrimento das partes vegetativas. Portanto, a maior disponibilidade de aminoácidos nos órgãos vegetativos nos cafeeiros sem frutos deve ter contribuído para o crescimento mais intenso dessas plantas, em relação aos cafeeiros com frutos.

Aparentemente as atividades da redutase do nitrato (Figura 28) e os teores de N-amínico (Quadro 6) nas folhas não estiveram relacionados com a variação do crescimento de ramos (Figura 17) e a formação da área foliar (Figura 18). Os teores de N-amínico nas folhas variaram pouco ao longo do período em estudo a despeito da queda do crescimento de ramos e de folhas. As menores taxas de crescimento de ramos e de folhas coincidiram com altas atividades da redutase do nitrato foliar.

No sistema radicular, a atividade da redutase do nitrato manteve-se aproximadamente constante durante o estudo (Figura 30), de modo que também não explica as variações nas taxas de crescimento de ramos (Figura 17) e de folhas (Figura 18). Em várias ocasiões, a atividade enzimática foi maior nas raízes dos cafeeiros sem frutos, enquanto que os teores de N-nítrico não foram influenciados pela remoção dos frutos (Figura 31). Os teores de N-nítrico nas raízes também foram pouco influenciados pelas fontes de



FIGURO 30 - Atividade da Redutase do Nitrato Radicular dos Cafeeiros Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, com (CF) e sem (SF) Frutos, de Novembro de 1987 a Março de 1988. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas em Função da Presença ou Ausência de Frutos, em cada Fonte de Nitrogênio, e as Letras Maiúsculas Indicam Diferenças Significativas entre Fontes de Nitrogênio, na Presença ou Ausência de Frutos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas épocas em que Elas Ocorreram.

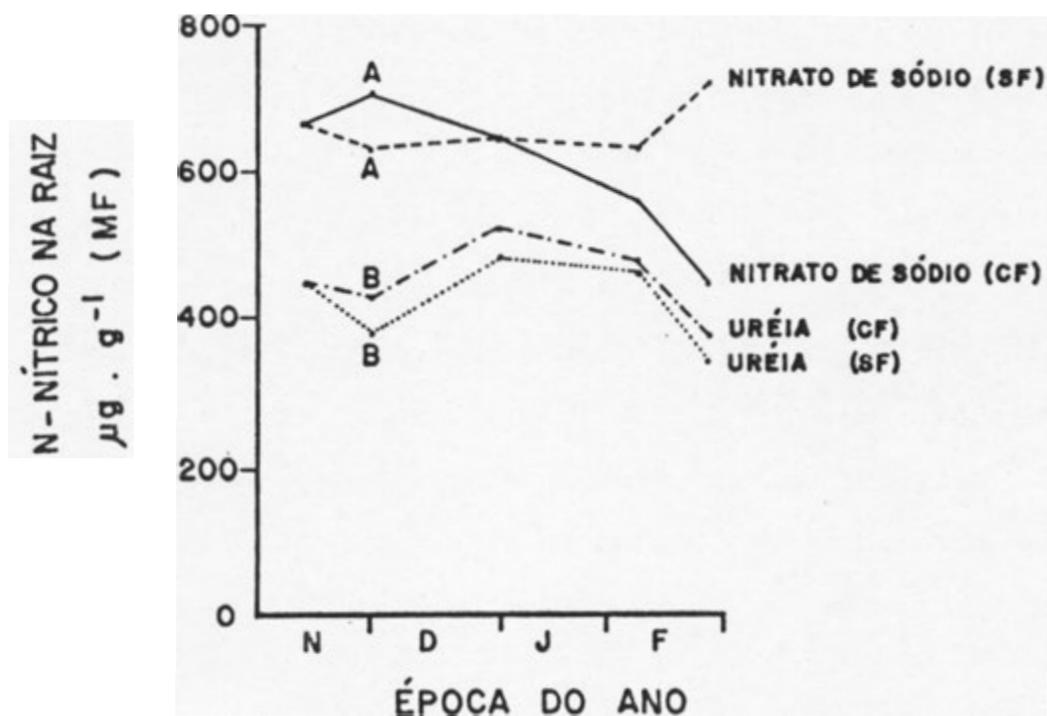


FIGURA 31 - Teores de N-Nítrico nas Raízes dos Cafeeiros Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, com (CF) e sem (SF) Frutos, de Novembro de 1987 a Março de 1988. As Letras Maiúsculas Indicam Diferenças Significativas entre Fontes de Nitrogênio, na Presença ou na Ausência de Frutos, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, na ÉPOCA em que Elas Ocorreram.

nitrogênio, sendo que a fonte nítrica somente proporcionou maiores teores de N-nítrico nas raízes no início de dezembro. Esses resultados sugerem que a fonte amídica foi em grande parte nitrificada pelos microrganismos do solo. Os dados relativos às concentrações de N-amoniacoal e de N-amínico nas raízes (Quadro 6) reforçam essa sugestão, vez que esses teores foram semelhantes nas plantas sob diferentes fontes de nitrogênio, exceto no início de fevereiro, em que nos cafeeiros sem frutos a fonte amídica induziu maiores teores de N-amínico que a fonte nítrica. Segundo RUSSEL (1973), essas transformações procedem-se muito rapidamente, sobretudo em solos com temperaturas de cerca de 25 a 30°C. No presente estudo, as condições das temperaturas do solo às 9:00 e às 14:00 horas (Figura 23) estiveram próximas dos valores ótimos (25°C) estabelecidos por RUSSEL (1973) para as transformações rápidas do nitrogênio aplicado sob a forma de uréia em nitrato nos solos.

4.3. Fatores Associados à Queda da Taxa de Crescimento Vegetativo do Cafeeiro na Época Fria, em 1988

4.3.1 Fotoperíodo e Frutificação

As taxas de crescimento de ramos primários (Figura 32) e as de área foliar (Figura 33) foram significativamente maiores em plantas sem frutos em toda fase estudada. Independentemente da presença de frutos, o

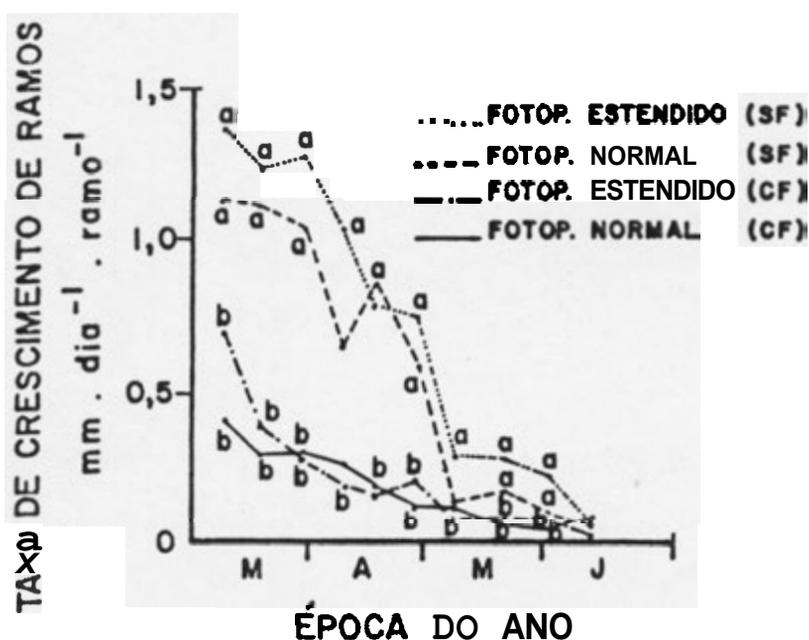


FIGURA 32 - Taxa de Crescimento de Ramos dos Cafeeiros Submetidos a Fotoperíodo (Fotop.) Normal ou Estendido, com (CF) e sem (SF) Frutoç, de Marco a Junho de 1988. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas em Função da Presença ou Ausência de Frutos, em cada Regime Fotoperiódico, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas ÉPOCAS em que Elas Ocorreram.

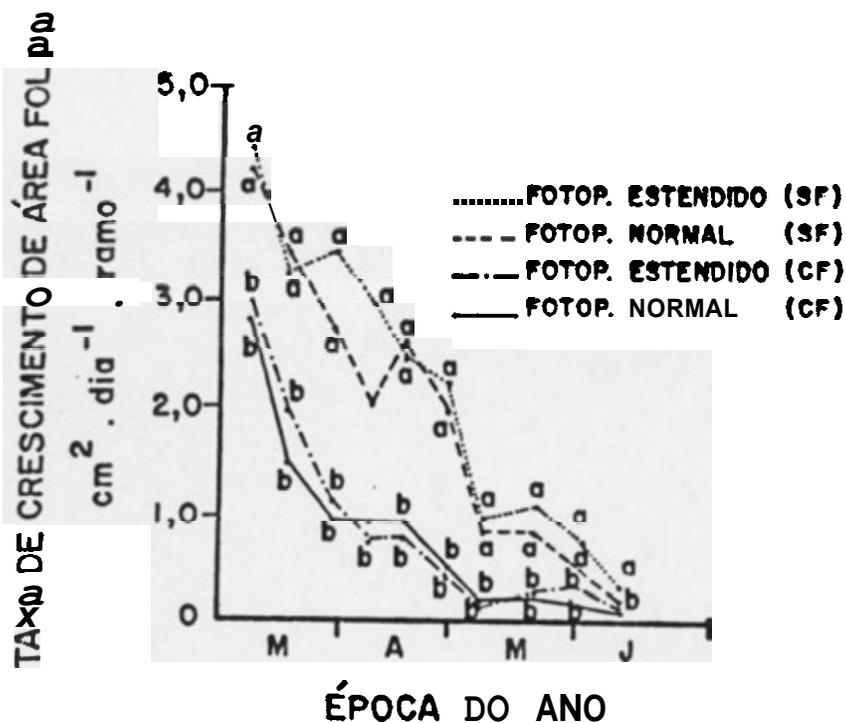


FIGURA 33 - Taxa de Crescimento da Área Foliar dos Cafeeiros Submetidos a Fotoperíodo (Fotop.) Normal ou Estendido, com (CF) e sem (SF) Frutos, de Março a Junho de 1988. As Letras Minúsculas Indicam Diferenças Significativas em Função da Presença ou Ausência de Frutos, em cada Regime Fotoperiódico, pelo Teste de Tukey, a 5% de Probabilidade, nas ÉPOCAS em que Elas Ocorreram.

crescimento de ramos e de folhas não foi modificado pela extensão do fotoperíodo para 14 horas desde o início de marco (Figuras 32 e 33). MOTA (1988) observou que a extensão do fotoperíodo a partir de abril em Vicosá praticamente não influenciou o crescimento do café. Portanto, parece ser pouco provável que o crescimento de cafeeiros adultos responda às variações naturais do fotoperíodo. Entretanto, não se pode descartar a possibilidade que em condições naturais o sinal fotoperiódico possa ser perturbado, modulado ou substituído por outros fatores (RENA e MAESTRI, 1986).

4.3.2 Temperatura do Ar

O crescimento de ramos (Figura 32) e de folhas (Figura 33) começou a cair em meados de marco, atingindo as menores taxas nos meses de maio e junho. À semelhança do que foi verificado anteriormente (Figuras 1, 2 e 3), o crescimento de ramos e de folhas acompanhou as curvas de temperatura, sobretudo as de temperaturas média e mínima (Figura 34). Entretanto, a média das temperaturas, conforme demonstrado anteriormente (item 4.1.2.), parece não explicar os decréscimos no crescimento. Observa-se que no começo da queda do crescimento (Figuras 32 e 33) as temperaturas médias (Figura 34) apresentaram-se próximas dos valores ótimos referidos por ALÈGRE (1959). Por outro lado, as temperaturas mínimas parecem estar relacionadas as flutuações do crescimento do cafeeiro nessas condições, ainda que as médias das temperaturas mínimas sejam aparentemente favoráveis ao crescimento. Assim, decorre que

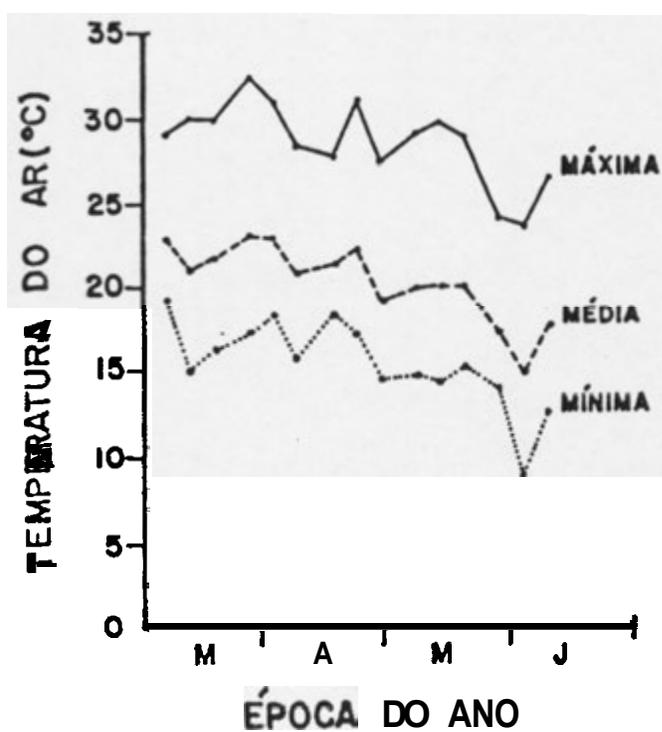


FIGURA 34 - Médias Semanais das Temperaturas Mínima, Média e Máxima do Ar, de Março a Junho de 1988.

em meados de marco a média semanal das temperaturas mínimas foi de $15,1^{\circ}\text{C}$ (Figura 34). Essa média, no entanto, foi constituída por temperaturas mínimas diárias relativamente baixas nos dias 12 ($14,5^{\circ}\text{C}$) e 13 ($13,5^{\circ}\text{C}$). O mesmo ocorreu na semana seguinte, quando a média das temperaturas mínimas foi $16,2^{\circ}\text{C}$ (Figura 34), mas nos dias 21 e 22 de marco ocorreram temperaturas mínimas de $13,0^{\circ}\text{C}$ e $13,1^{\circ}\text{C}$, respectivamente. O crescimento continuou a cair na primeira quinzena de abril (Figuras 32 e 33), época em que a média das temperaturas mínimas do ar não foi aparentemente desfavorável (Figura 34), mas entre os dias nove e 13 de abril ocorreram temperaturas mínimas entre $13,5^{\circ}\text{C}$ e 15°C . Maiores reduções no crescimento (Figuras 32 e 33) coincidiram no tempo com as menores temperaturas (Figura 34).

4.3.3. Resistência Difusiva Estomática e Fotossíntese Potencial

As resistências difusivas estomáticas foram menores pela manhã que à tarde (Figura 35). O importante foi que a resistência estomática à tarde assumiu valores relativamente elevados de meados de marco a início de maio (Figura 35), concomitantemente com as quedas drásticas no crescimento de ramos (Figura 32) e no da área foliar (Figura 33), a semelhança dos resultados obtidos por MOTA (1988). Em condições controladas, a variação da resistência difusiva foliar (RF), em função da temperatura foliar (TF), mostrou

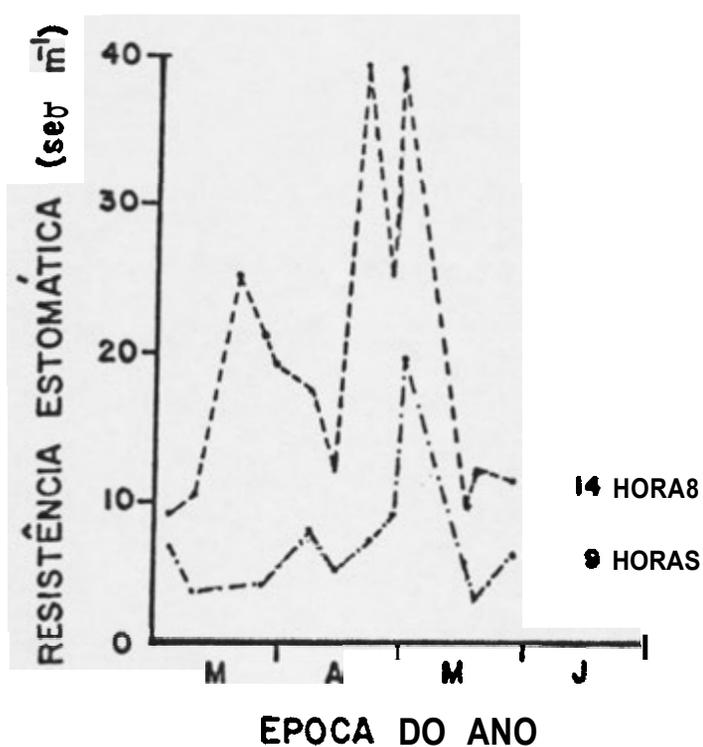


FIGURA 35 - Resistência Difusiva Estomática em Cafeeiros sem Frutoç, sob Fotoperíodo Normal, Medida entre 9:00 e 10:00 Horas (9 Horas) e entre 14:00 e 15:00 Horas (14 Horas), de Marco a Junho de 1988.

que sob TF inferiores a 25°C, o UFV-1359 apresentou valores de RF menores de 15 seg.cm^{-1} e o Caturra, valores infinitamente grandes (RENO et alii, 1983a). Uma vez que os estômatos constituem as principais vias de trocas gasosas entre a folha e o meio, é de pressupor-se que um incremento na resistência difusiva estomática deva ser acompanhado de reduções nas taxas fotossintéticas líquidas. Tem-se demonstrado em condições controladas que a fotossíntese líquida do cafeeiro decresce a temperaturas baixas e mesmo naquelas próximas de 15°C (FRISCHKNECHT et alii, 1982; BAUER et alii, 1985). Em condições de cultura, no entanto, as flutuações da fotossíntese líquida do cafeeiro têm recebido pouca atenção por parte dos pesquisadores. Isso poderia acrescentar novas informações de grande valia na busca das origens das causas da periodicidade de crescimento do cafeeiro. Na Tanzânia, NUTMAN (1937a) fez avaliações das variações da fotossíntese líquida do cafeeiro, em diferentes localidades e épocas, mas preocupou-se somente com os efeitos diretos de altas irradiâncias.

Não foram observadas diferenças significativas na fotossíntese potencial em função da presença de frutos e nem a extensão do fotoperíodo afetou as taxas fotossintéticas (Figura 36). Ademais, as taxas fotossintéticas potenciais não explicam os declínios no crescimento de ramos e de folhas, vez que o crescimento declinou a partir de meados de março (Figuras 32 e 33), enquanto a fotossíntese só veio a cair em fins de maio (Figura 36), reforçando, assim, as sugestões anteriores (item 4.1.3.). As flutuações nas taxas

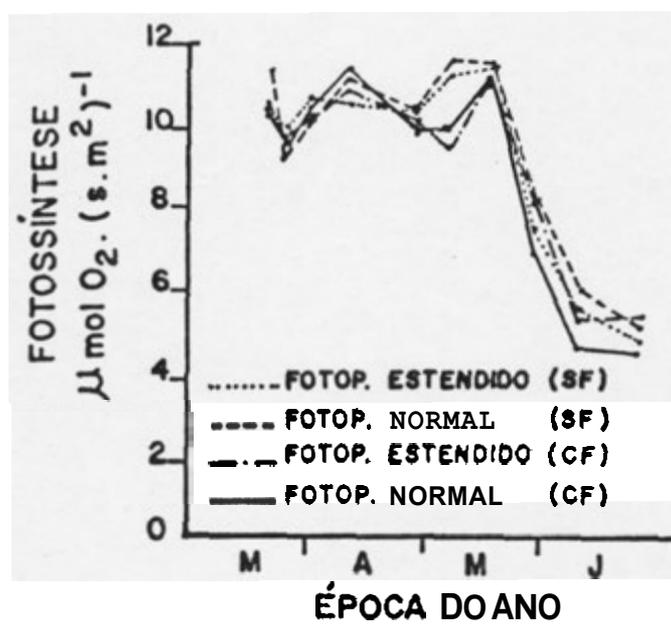


FIGURA 36 - Fotossíntese Potencial em Cafeeiros Submetidos a Fotoperíodo (Fotop.) Normal ou Estendido, com (CF) e sem (SF) Frutos, de Março a Junho de 1988.

fotossintéticas potenciais (Figura 36) podem também não estar associadas a variações da resistência estomática (Figura 35), pois de março a maio ocorreram grandes variações na abertura estomática, enquanto as taxas fotossintéticas ficaram aproximadamente estáveis. Além disso, a determinação polarográfica do oxigênio fotossintético em tiras foliares elimina o controle exercido pelos estômatos sobre a fotossíntese (JONES e OSMOND, 1973), indicando, também, provável controle não estomático ligado a resistências bioquímicas. Parece que as variações nas taxas fotossintéticas (Figura 36) estiveram associadas à curva de temperaturas mínimas (Figura 34), conforme também observado no ano anterior (item 4.1.3.). BAUER et alii (1985) verificaram que apenas uma noite a 5°C causou redução de 40% nas taxas fotossintéticas líquidas. Eles atribuíram que cerca de 75% dessa redução foi devida à depreciação das funções dos cloroplastídios e 25% devido ao fechamento estomático. Portanto, é possível que as diminuições ocorridas nas taxas fotossintéticas sejam devidas a resistências bioquímicas nos cloroplastídios, provocadas por temperaturas do ar relativamente baixas (Figura 34).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

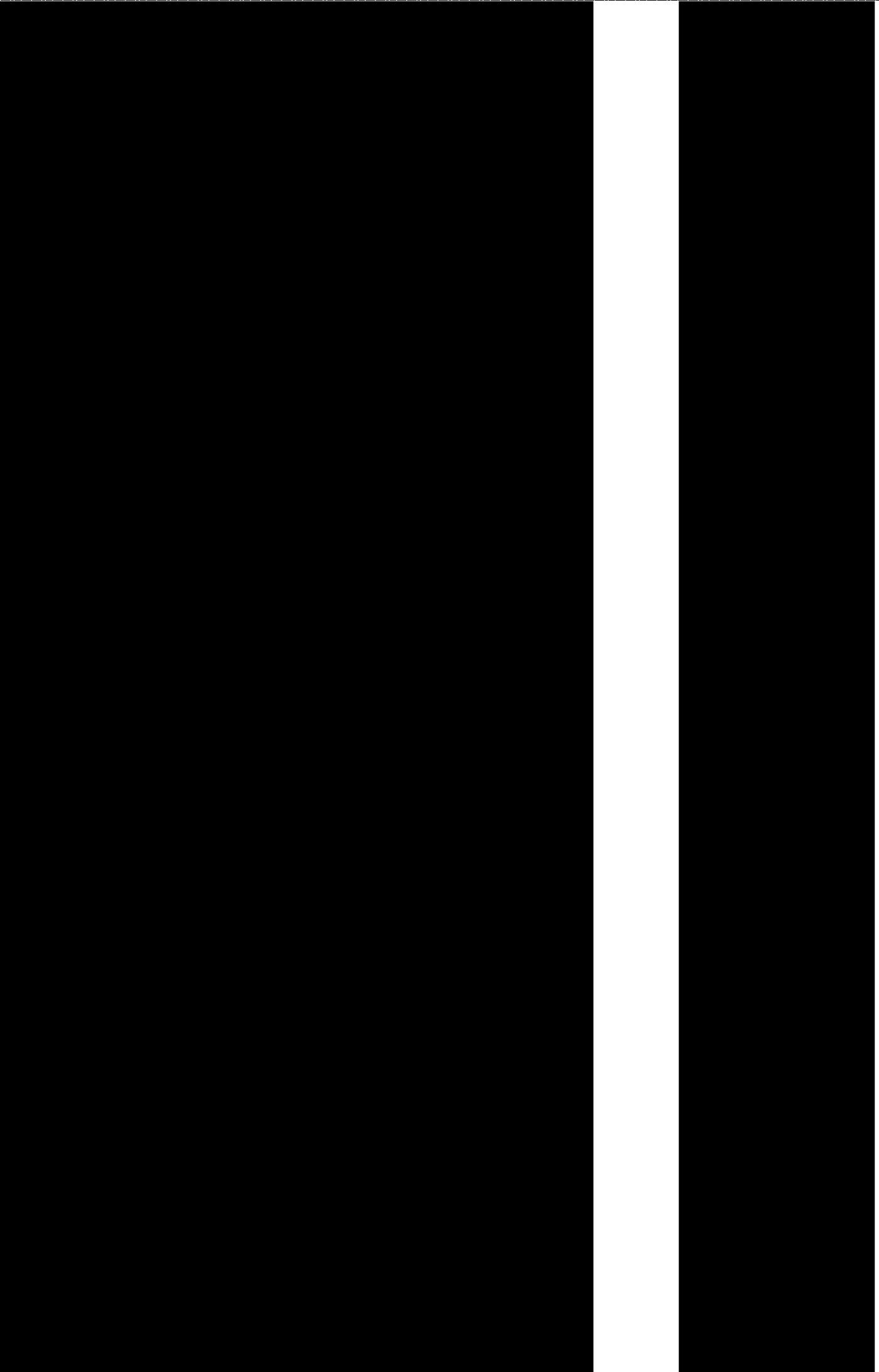
O crescimento de ramos e de folhas decresceu a partir de fins de marco, atingindo valores negligíveis de junho a agosto. Ainda que as médias das temperaturas mínimas prevaescentes em marco e abril não expliquem o fenômeno, nessas ocasiões ocorreram, esporadicamente, temperaturas próximas de 14°C . A partir de então, o crescimento mínimo coincidiu no tempo com médias de temperaturas mínimas relativamente baixas. O reinício do crescimento ativo ocorreu no início de setembro, após a elevação das médias das temperaturas mínimas para valores próximos de $14,7^{\circ}\text{C}$. Embora o N suplementar não tenha modificado esse padrão de crescimento, suavizou as quedas no crescimento em abril e maio, bem como induziu maiores taxas de crescimento nas estações subseqüentes. A fotossíntese potencial decresceu a partir de fins de maio, indicando que a transição do estado de crescimento ativo em estado de crescimento reduzido pode não estar associada . a resistências bioquímicas desses

processos. Entre o início de junho e fins de agosto a atividade da redutase do nitrato foliar não foi detectada, mas no mesmo período a atividade da redutase do nitrato radicular e os teores de N-nítrico nas raízes mantiveram-se elevados com a adição do N suplementar. Os teores de N-nítrico e de N-amínico nas folhas decresceram a partir de fins de abril, de modo que estes também não explicam a queda do crescimento. Os teores de amido aumentaram a partir de fins de março, provavelmente em consequência de diminuições nas taxas de sua utilização durante as quedas nas taxas de crescimento.

A partir de novembro, o padrão de crescimento não foi modificado pelas fontes de nitrogênio e, tampouco, pela remoção dos frutos. Nos cafeeiros com frutos, o crescimento caiu rapidamente de fins de novembro a meados de dezembro, enquanto nos cafeeiros sem frutos, o crescimento sofreu uma depressão durante o mês de janeiro. As pequenas variações nas taxas fotossintéticas potenciais não explicam as quedas no crescimento. Os teores de amido e de N-amínico nas folhas foram maiores nos cafeeiros sem frutos, podendo explicar apenas as diferenças quantitativas no crescimento em função da remoção dos frutos. A atividade da redutase do nitrato foliar foi oposta, baixa nos cafeeiros sem frutos e elevada naqueles com frutos. Depressão no crescimento coincidiu com as épocas mais quentes do ano, caracterizadas por altas temperaturas do ar, maior período diário de brilho solar e por elevados déficits de pressão de vapor nas horas quentes do dia, quando também foram constatadas altas temperaturas

foliares e elevadas resistências difusivas estomáticas à tarde.

A extensão do fotoperíodo para 14 horas a partir de marco não modificou o crescimento de ramos e a da área foliar. Temperaturas mínimas relativamente baixas e elevadas resistências difusivas estomáticas, nesse período, coincidiram com as quedas nas taxas de crescimento.



BIBLIOGRAFIA

- ALÈGRE, G. 1959. Climats et caféiers D'arabie. L'Agron. Trop., 14: 23-58.
- ALVES, J.D. 1985. Relação entre a redutase do nitrato e a fotossíntese no cafeeiro (Coffea arabica L.). Imprensa Universitária. UFV. 38p. (Tese de Mestrado).
- ALVES, J.D.; CORDEIRO, A.T.; RENA, A.B. 1985a. Influência da idade da folha, da concentração de gás carbônico e da temperatura sobre a fotossíntese de diversos germoplasmas de Coffea arabica L. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 12. Caxambu. Anais ... Rio de Janeiro, MIC/IBC. p. 134-135.
- ALVES, J.D.; CORDEIRO, A.T.; RENA, A.B. 1985b. Relações entre fotossíntese, resistência difusiva e variação circadiana da redutase do nitrato em Coffea arabica L. In: Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras, 12. Caxambu. Anais ... Rio de Janeiro, MIC/IBC. p.141-145.
- ALVIN, P.T. 1958. Recientes progressos en nuestro conocimiento del arbol de cafe. 1. Fisiologia. In: Progressos en la tecnica de la Production de cafe. I.I.C.A., Turrialba, Costa Rica. p.11-28.
- ALVIM, P.T. 1968. Some factors to be considered in diagnosing moisture deficiency by stomatal opening. Ciênc. e Cult., 20: 726-732.
- ALVIM, P.T. & HAVIS, J.R. 1954. An improved infiltration series for studying stomatal opening as illustrated with coffee. Plant Physiol., 29: 97-98.
- AMORAL, J.A.T.; RENA, A.B.; BARROS, R.S.; FÁVARO, J.R.A.; BRAGA, R.P. 1990. Influência do nitrogênio adicional na

- época fria sobre o crescimento do cafeeiro irrigado. In: Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras, **16**. Espírito Santo do Pinhal. Anais... Rio de Janeiro, MIC/IBC, p.23-24.
- ASLAM, M.; OAKS, A.; HUFFAKER, R.C. 1976. Effect of light and glucose on the induction of nitrate reductase and on distribution of nitrate in etiolated barley leaves. Plant Physiol., **58**: 588-591.
- BARKER, A.V. 1979. Nutritional factors in photosynthesis of higher plants. J. Plant Nutr., **1**: 309-342.
- BARROS, R.S. & MAESTRI, M. 1974. Influência dos fatores climáticos sobre a periodicidade de crescimento vegetativo do café (Coffea arabica L.). Rev. Ceres, **21**: 268-279.
- BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; MOREIRA, R.C. 1982. Source of assimilates for expanding flower buds of coffee. Iurrialba, **32**: 371-377.
- BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA, F.L.J. 1973. Determinação da área de folhas do café (Coffea arabica L. cv Bourbon Amarelo). Rev. Cere-, **20**: 44-52.
- BARROS, R.S. & NEIL, S.J. 1986. Periodicity of response to abscisic acid in lateral buds of willow (Salix viminalis L.) Planta, **168**: 530-535.
- BAUER, H.; WIERER, R.; MATHEWAY, W.H.; LARCHER, W. 1985. photosynthesis of Coffea arabica after chilling. Physiol. Plant, **64**: 449-454.
- BEEVERS, L. & HAGEMAN, R.H. 1980. Nitrate and nitrite reduction. In: B.J. Miflin, ed. The biochemistry of plants, vol. **5**: ed. Academic Press, New York, p.115-168.
- BIERHUIZEN, J.F.; NUNES, M.A.; PLOEGMAN, C. 1969. Studies on productivity of coffee. II. Effect of soil moisture on photosynthesis and transpiration of Coffea arabica. Acta Bot. Neerl., **18**: 367-374.
- BORNEMISZA, E. 1982. Nitrogen cycling in coffee plantations. plant Soil, **67**: 241-246.
- BOSS, M.L. 1958. Some environmental factors related to the growth cycle of Coffea arabica L. Fla. State Hort. Soc. Proc., **71**: 327-332.
- BRAVO, C.J. & FERNANDES, C.E. 1964. Respuesta de plantas jóvenes de café a la aplicación de tres niveles de humedad en el suelo y dos fertilizantes nitrogenados. Iurrialba, **14**: 15-23.
- BUTLER, D.R. 1977. Coffee leaf temperatures in a tropical environment. Acta Bot. Neerl., **26**: 129-140.

- CANNELL, M.G.R. 1970. The contribution of carbohydrates from vegetative laterals of the growth of fruits on the bearing branches of Coffea arabica. Turrialba, 20: 15-19.
- CANNELL, M.G.R. 1971a. Effects of fruiting, defoliation and ring-barking on the accumulation and distribution of dry matter in branches of Coffea arabica L. in Kenya. Expl. Agric. Z: 63-74.
- CANNELL, M.G.R. 1971b. Production and distribution of dry matter in trees of Coffea arabica L. in Kenya as affected by seasonal climatic differences and the presence of fruits. Ann. Appl. Biol., 67: 99-120.
- CANNELL, M.G.R. 1972. Photoperiodic response of mature trees of arabica coffee. Turrialba, 22: 198-206.
- CANNELL, M.G.R. 1976. Crop physiological aspects of coffee bean yield. A Review. Kenya Coffee, 41: 245-253.
- CANNELL, M.G.R. & HUXLEY, P.A. 1970. Seasonal patterns of growth and development of arabica coffee in Kenya. Kenya Coffee, 35: 139-142.
- CANNELL, M.G.R. & KIMEU, B.S. 1971. Uptake and distribution of macro-nutrients in trees of Coffea arabica L. in Kenya as affected by seasonal climatic differences and the presence of fruits. Ann. Appl. Biol., 68: 213-230.
- CARELLI, M.L.C. & FAHL, J.I. 1984. Influência do florescimento e desenvolvimento dos frutos na atividade da redutase do nitrato em folhas de plantas de café (Coffea arabica L.). In: Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras, 11 Curitiba. Anais ... Rio de Janeiro, MIC/IBC. p.197-199.
- CARVAJAL, J.F.; ACEVEDO, A.; LOPEZ, C.A. 1969. Nutrient uptake by the coffee tree during a yearly cycle. Turrialba, 19: 13-20.
- CARVALHO, C.H.S. 1985. Relação entre a seca de ramo- e a produção, teor de minerais, teor de amido e morte de raízes da progênie de Catimor UFV-1359 (Coffea arabica L.). Imprensa Universitária, UFV. 43p. (Tese de Mestrado).
- CARVALHO, C.H.S.; RENA, A.B.; PEREIRA, A.A. 1984. Correlação entre nível de produção e os teores de minerais e amido com o depauperamento do Catimor. In: Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras, 11. Londrina. Anais ... Rio de Janeiro, MIC/IBC. p.232-235.
- CASTILLO Z., J. 1957. Observaciones sobre la relación del crecimiento del cafeto y temperatura, en condiciones de campo. Cenicafé, 8: 305-313.
- CATALDO, D.A.; HARDON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant

- tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Sci. Anal., 6: 71-80.
- CATALDO, D.A.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. 1974. Analysis by digestion and colorimetric assay of total nitrogen in plant tissues high in nitrate. Crop Sci., 14: 854-856.
- CLOWES, M.St.J. & WILSON, J.H. 1974. Physiological factors influencing irrigation management of coffee in Rhodesia. Rhodesia Agric. J., 71: 53-55.
- COOIL, B.J. 1954. Leaf composition in relation to growth and yield of coffee in Kona. Coffee Information exchange. Kona, Hawaii, July. 21-30. 13p.
- COOPER, D.R. & HILL-COTTINGHAM, D.G. 1970. Nitrogenous constituents of coffee tree sap. Rep. Long Ashton Res. Stn. p.49.
- CORDEIRO, A.T.; ALVES, J.D.; RENA, A.B. 1985. Avaliação polarográfica da fotossíntese em tiras foliares de Coffea arabica L. In: Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras, 12. Caxambu. Anais ... Rio de Janeiro, MIC/IBC. p.136-137.
- CORDEIRO, A.T.; RENA, A.B.; MENDES, L.F.; ALVES, J.D.; PEREIRA, A.A. 1984. Atividade da redutase do nitrato em plantas jovens e adultas de Coffea arabica L., i luz e na obscuridade. In: Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras, 11. Londrina. Anais ... Rio de Janeiro, MIC/IBC. p. 77-79.
- DECKER, J.P. & TIÓ, M.A. 1959. Photosynthetic surges in coffee seedlings. J. Agric. Univ. Puerto Rico, 43: 50-55.
- DOWNS, R.J. & BORTHWICK, H.A. 1956. Effects of photoperiod on growth of trees. Bot. Gaz., 117: 310-326.
- FALEIROS, R.R.S.; MELO, W.J.; CARVALHO, F.; MIRANDA NETO, A.T. 1975. Atividade da nitrato redutase e desenvolvimento de mudas de Coffea arabica L. (Café.) Científica, 3: 277-283.
- FANJUL, L.; ARREOLA-RODRIGUEZ, R.; MENDES-CASTREJON, M.P. 1985. Stomatal responses to environmental variables in shade and sun grown coffee plants in Mexico. Expl. Agric., 21: 249-258.
- FIGUEROA Z., R. 1963. Ciclo del crecimiento del cafe. Rev. Cafetera, 13: 13-15.
- FRANCO, C.M. 1938. Sobre a fisiologia dos estomas do cafeeiro Coffea arabica L. Reun. Sul - Amer. Bot., 1. Anais ... Rio de Janeiro, Vol. 3. p. 293-302.
- FRANCO, C.M. 1940. Fotoperiodismo em cafeeiro (C. arabica L.) Rev. Inst. Cafe (S. Paulo), 27: 1586-1592.
- FRANCO, C.M. 1958. Influence of temperature on growth of coffee plant. IBFC Res. Inst., New York, Bul. n^o 16. 21p.

- FRIED, M.; ZSOLDOS, F.; VOSE, P.B.; SHATOKHIN, I.L. 1965. Characterizing the NO_3^- and NH_4^+ uptake process of rice roots by use of ^{15}N labelled NH_4NO_3 . Physiol. Plant., 18: 313-320.
- FRIEND, D.J.C. 1984. Shade adaptation of photosynthesis in Coffea arabica. Photosynthesis research, 5: 325-334.
- FRISCHKNECHT, P.M.; ELLER, B.M.; BAUMANN, T.W. 1982. Purine alkaloid formation and CO_2 gas exchange in dependence of development and of environmental factors in leaves of Coffea arabica L. Planta, 156: 295-301.
- FRITH, G.J.T. 1972. Effect of ammonium nutrition on the activity of nitrate reductase in the roots of apple seedlings. Plant Cell Physiol., 13: 1085-1090.
- FUCHS, M. & TANNER, C.B. 1966. Infrared thermometry of vegetation. Agron. J. 58: 597-601.
- FUJII, J.A. & KENNEDY, R.A. 1985. Seasonal changes in the photosynthetic rate in apple tree: A comparison between fruiting and nonfruiting trees. plant. Physiol., 78: 519-524.
- GINDEL, I. 1963. Ecological behavior of the coffee plant under semi-arid conditions. Coffee (Turrialba, Costa Rica), 4: 49-63.
- GOMEZ-GOMEZ, L. 1977. Influencia de los factores climaticos sobre la periodicidad de crecimiento del cafeto. Cenicafe, 28: 3-16.
- GUPTA, S.C. & BEEVERS, L. 1985. Regulation of nitrate reduction. In: J.E. HARPER; L.E. SCHRADER; R.W. HOWELL, eds. Exploitation of physiological and genetic variability to enhance crop productivity, Univ. Illinois, Urbana. P. 1-11.
- HATFIELD, J.L. 1979. Canopy temperatures: the usefulness and reliability of remote measurements. Agron. J., 71: 889-892.
- HEATH, O.V.S. & ORCHARD, B. 1957. Midday closure of stomata. Temperature effects on the minimum intercellular space carbon dioxide concentration " ". Nature, 180: 180-187.
- JACKSON, W.A.; FLESHER, D.; HAGEMAN, R.H. 1973. Nitrate uptake by dark - grown corn seedlings. Some characteristics of apparent induction. Plant Physiol., 51: 120:127.
- JONES, H.G. & OSMOND, C.B. 1973. Photosynthesis by thin leaf slices in solution I. Properties of leaf slices and comparison with whole leaves. Aust. J. Biol. Sci., 26: 15-24.

- KANEMASU, E.T.; THURTELL, G.W.; TANNER, C.B. 1969. Design, calibration and field use of a stomatal diffusion porometer. Plant. Physiol., 44: 881-885.
- KIRKBY, E.A. 1968. Influence on ammonium and nitrate nutrition on the cation - anion balance and nitrogen and carbohydrate metabolism of white mustard plants grown in dilute nutrient solution. Soil Sci., 105: 133-141.
- KUMAR, D. 1979. Some aspects of the physiology of Coffea arabica L. A review. Kenya Coffee, 44: 9-47.
- KUMAR, D. & TIESZEN, L.L. 1980. Photosynthesis in Coffea arabica. II. Effects of water stress. Expl. Agric., 16: 21-27.
- MAESTRI, M. & BARROS, R.S. 1977. Coffee. In: P.T. ALVIM & T.T. KOZLOWSKI, eds. Ecophysiology of tropical crops. Academic Press, New York. p. 249-278.
- MAESTRI, M & BARROS, R.S. 1975. Ecophysiology of arabica coffee. In: Symposium on ecophysiology of tropical crops, vol. 11, Manaus, Ceplac. p.1-36.
- MAESTRI, M. & VIEIRA, C. 1958. Movimento de estômatos em café, sob condições naturais. Rev. Ceres, 10: 324-331.
- MALAVOLTA, E. 1986. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: A.B. RENA; E. MALAVOLTA; M. ROCHA; T. YAMADA, eds. Cultura do cafeeiro; Fatores que afetam a produtividade. Assoc. Bras. Pesq. Potassa Fosfato, Piracicaba - SP. p.165-274.
- MARTINOIA, E.; HECK, U.; WIEMKEN, A. 1981. Vacuoles as storage compartments for nitrate in barley leaves. Nature, 289: 292-294.
- MAYNE, M.M. 1944. The growth and bearing habits of Coffea arabica L. under south Indian conditions. Plant Chron., 39: 284-286.
- McCREADY, R.M.; GUGGLOZ, J.; SILVEIRA V. & OWENS, H.S. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables Application to peas. Anal. Chem., 22: 1156-1158.
- MEGURO, N.E. & MAGALHÃES, A.C. 1983. Water stress affecting nitrate reduction and leaf diffusive resistance in Coffea arabica L. cultivars. J. Hort. Sci., 58: 147-152.
- MONACO, L.C.; MEDINA FILHO, H.P.; SÖNDAHL, M.R.; LIMA, M.M.A. 1978. Efeito de dias longos no crescimento e florescimento de cultivares de café. Bragantia, 37: 25-32.
- MONTOYA, L.A.; SYLVAIN, P.G.; UMAÑA, R. 1961. Effect of light intensity and nitrogen fertilization upon growth differentiation balance in Coffea arabica L. Coffee, (Costa Rica) 3: 97-108.

- MOORE, S. & STEIN, W.H. 1954. A modified ninhydrin reagent for the photometric determination of amino acids and related compounds. J. Biol. Chem., 221: 907-913.
- MOTA, J.W.S. 1988. Fatores Associados a queda sazonal do crescimento do cafeeiro arábico em Vicosa - MG. Imprensa Universitária, UFV. 68 p. (Tese de Mestrado).
- NAFZIGER, E.D. & KOLLER, H.R. 1976. Influence of leaf starch concentration on CO₂ assimilation in soybean. Plant Physiol., 57: 560-563.
- NAIK, M.S.; ABROL, Y.P.; NAIR, T.V.R.; RAMARAO, C.S. 1982. Review. Nitrate assimilation - Its regulation and relationship to reduced nitrogen in higher plants. Phytochemistry. 21: 495-504.
- NELSON, N. 1944. Colorimetric analysis for reducing sugars J. Biol. Chem., 153: 375.
- NEWTON, D.A. 1952. A preliminary study of the growth and flower habits of Coffea arabica L. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas (Tese de Mestrado).
- NUNES, M.A. 1970-71. Resistência h secura em Coffea arabica. II. Estudo comparativo em seleções KP, K7 e Harrar. Estud. Agron. (Lisboa), 11/12: 9-14.
- NUNES, M.A. 1988. Environmental effects on the stomatal and mesophyll regulation photosynthesis in coffee leaves Photosynthetica, 22: 547-553.
- NUNES, M.A.; BIERHUIZEN, J.F.; PLOEGMAN, C. 1968. Studies on productivity of Coffee. 1. Effect of light, temperature and CO₂ concentration on photosynthesis of Coffea arabica Acta Bot. Neerl., 17: 93-102.
- NUTMAN, F.J. 1937a. Studies of the physiology of Coffea arabica. I. Photosynthesis of Coffee leaves under natural conditions. Ann. Bot., 1: 353-367.
- NUTMAN, F.J. 1937b. Studies of the physiology of Coffea arabica. II. Stomatal movements in relation to photosynthesis under natural conditions. Ann. Bot., 1: 681-693.
- NUTMAN, F.J. 1938. Stomatal movements and epidermal water content. Nature, 141: 608.
- OREBAMJO, T.O. & STEWART, G.R. 1975. Ammonium repression of nitrate reductase formation in Lemna minor L. Planta, 122: 27-36.
- PATE, J.S. 1973. Uptake, Assimilation and transport of nitrogen compounds by plant. Soil Biol. Biochem., 5: 109-119.

- PATE, J.S. & WALLACE, W. 1964. Movement of assimilated nitrogen from the root system of the field pea (*Pisum arvense* L.) Ann. Bot., 28: 83-99.
- PATEL, R.Z. 1970. A note on the seasonal variations in starch content of different parts of arabica coffee trees. East. Afr. Agric. J., 36: 1-4.
- PIRINGER, A.A. & BORTHWICK, H.A. 1955. Photoperiodic responses of coffee. Turrialba, 5: 72-77.
- PRIESTLEY, C.A. 1962. Carbohydrate resources within the perennial plant. Commonwealth Agricultural Bureaux, England. 116 p.
- QUEIRÓZ, C.G.S. 1986. Distribuição e regulação da atividade de redutase do nitrato no cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Imprensa Universitária, UFV. 51 p. (Tese de Mestrado).
- RAYNER, R.W. 1946. Growth and bearing habits of *Coffea arabica* in Kenya and in Southern India. East. Afric. Agric. J., 11: 251-255.
- REEVES, R.G. & VILLANOVA, T. 1948. Estudio preliminar acerca del crecimiento de los cafetos. Cafe de El Salvador, 18: 1085-1092.
- RENA, A.B. & CORDEIRO A.T. 1989. Aspectos fisiológicos da nutrição mineral do cafeeiro. In: Simpósio sobre adubação e qualidade dos produtos agrícolas, I. Anais ... Ilha Solteira, SP. 22p.
- RENA, A.B. & MAESTRI, M. 1986. Fisiologia do Cafeeiro. In: A.B. RENA; E. MALAVOLTA; M. ROCHA; T. YAMADA, eds. Cultura do cafeeiro; fatores que afetam a produtividade. Assoc. Bras. Pesq. Potassa Fosfato, Piracicaba - SP. p.13-85.
- RENA, A.B. & MAESTRI, M. 1987. Ecofisiologia do Cafeeiro. In: P.C.R. CASTRO; S.O. FERREIRO; T. YAMADA, eds. Ecofisiologia da produção agrícola. Assoc. Bras. Pesq. Potassa Fosfato, Piracicaba - SP. p.119-147.
- RENA, A.B. & MAESTRI, M. 1989. The vegetative growth of the coffee plant. Indian Coffee, 53: 19-23.
- RENA, A.B.; CALDAS, L.S.; JOHNSON, C.E.; PEREIRA, A.A. 1983a. Fotossíntese e o depauperamento de algumas progênies de cafe resistentes a ferrugem. In: Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras, 10. Anais... Poços de Caldas. Rio de Janeiro, MIC/IBC. p.171-172.
- RENA, A.B.; PEREIRA, A.A. & BARTHOLO, G.F. 1983b. Teor foliar de minerais, conteúdo caulinar de amido e o depauperamento de algumas progênies de cafe resistentes a ferrugem. In: Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras, 10. Anais... Poços de Caldas. Rio de Janeiro, MIC/IBC. p.169-170.

- RENA, A.B. QUEIRÓZ, C.G.S.; RODRIGUES, O.; AMORAL, J.A.T. 1989. Assimilação do nitrogênio no cafeeiro arábico. In: Reun. Bras. Fisiol. Veg., II. Anais... Piracicaba, SBFV. p.79-84.
- RODRIGUES, O. 1988. Efeito da deficiência hídrica na fotossíntese, na resistência estomática, na atividade da redutase do nitrato e no acúmulo de prolina livre em Coffea Arabica L. Imprensa Universitária, UFV. 52p. (Tese de Mestrado)
- RUSSELL, E.W. 1973. Soil conditions and plant growth. 10 th ed. Longman, New York. 849p.
- SCHARRINGA, M. 1976. On the representativeness of soil temperature measurements. Agricult. Meteorol., 16: 263-276.
- SCHÖLANDER, P.F.; HAMMEL, H.J.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. 1965. Sap pressure in vascular plants; negative hydrostatic pressure can be measured in plants. Science, 148: 339-346.
- SCHRADER, L.E.; DOMSKA, D.; JUNG JR., P.E.; PETERSON, L.A. 1972. Uptake and assimilation of ammonium-N and nitrate-N and their influence on the growth of corn (Zea mays L.) Aeron. J., 64: 690-695.
- SMIRNOFF, N. & STEWART, G.R. 1985. Nitrate assimilation and translocation by higher plants. Comparative physiology and ecological consequences. Physiol. Plant., 64: 133-140.
- SMIRNOFF, N.; TODD, P. STEWART, G.R. 1984. The occurrence of nitrate reduction in the leaves of woody plants. Ann. Bot., 54: 363-374.
- SÖNDAHL, M.R. & TEH, K.H. 1980. Taxas fotossintéticas em folhas intactas de cultivares de Coffea arabica determinadas pelo IRGA. In: Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras, 8. Anais ... Campos do Jordão. Rio de Janeiro, MIC/IBC. p.87-88.
- SÖNDAHL, M.R.; MONACO, L.C.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L.C. 1972. Efeito de dias longos em progênies de café, tratadas com benzil adenina e giberilina. Diãnc. e Cult., 24(sup): 336.
- SUAREZ DE CASTRO, F. & RODRIGUEZ, G.A. 1956. Relación entre el crecimiento del cafeto y algunos factores climaticos. Bol. Tec. Fed. Nac. Cafeteros (Colômbia), 2: 1-13.
- SYLVAIN, P.G. 1958. El ciclo de crecimiento de Coffea arabica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica, Conferencia dictada durante el curso Internacional sobre técnica de la production del café. (Mimeo.). 17 p.

- SYRETT, P.J. 1956a. The assimilation of ammonia and nitrate by nitrogen - starved cells of Chlorella vulgaris. II. The assimilation of large quantities of nitrogen. Physiol. Plant., 7: 19-27.
- SYRETT, P.J. 1956b. The assimilation of ammonia and nitrate by nitrogen - starved cells of Chlorella vulgaris. III. Differences of metabolism dependent on the nature of the nitrogen source. Physiol. Plant., 7: 28-37.
- TIÓ, M.A. 1962. Effect of light intensity on the rate of apparent photosynthesis in coffee leaves. J. Agric. Univ. Puerto Rico, 46: 159-166.
- THODAY, D. 1938. Stomatal movement and epidermal water-content. Nature, 117: 164.
- VASUDEVA, N. 1967. Preliminary studies on the growth of coffee leaves. Indian Coffee, 31: 5-6.
- VASUDEVA, N.; GOPAL, N.H. RAMAIAH, P.K. 1973. Studies on leaf growth IV. Influence of environmental factors on leaf growth in arabica coffee. J. Coffee Res., 3: 80-88.
- VILANOVA, T. 1958. Como y cuando crecen los cafetos. El Cafe de el Salvador, 38: 320-321.
- WAKEFIELD, A.J. 1933. Arabica Coffee. Periods of growth and seasonal measures. Pamph. n^o 9. Department of Agriculture, Tanganyika. 16p.
- WENT, F.W. 1957. Experimental control of plant growth. Waltham, Massachusetts. The Chronica Botanica Company. p. 164-168. (Chronica Botanica, 17).

APÊNDICE

APÊNDICE A

QUADRO 1A - Quadrados Médios das Análises de Variância dos Dados de Crescimento de Ramos (CR) e da Área Foliar (AF), de Fotossíntese Potencial (FS), de Atividade da Redutase do Nitrato Foliar (RN), de Potencial Hídrico do Xilema Foliar (Ψ_w) e dos Teores de Amido (FIM), de Açúcares Solúveis Totais (FIST), de Açúcares Redutores (AR), de Açúcares Não-Redutores (ANR), de N-Nítrico ($N-NO_3$) e de N-Amínico (N-AA) nas Folhas dos Cafeeiros-Testemunha ou Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Fevereiro a Novembro de 1987

Data	Fonte de Variação	G. L.	Quadrados Médios											
			CR	AF	FS	RN	Ψ_w	FIM	FIST	AR	ANR	N-NO ₃	N-AA	
15/Fev	Blocos	3	0,024497	0,245210										
	Tratamentos	2	0,006108	0,051599	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,012797	0,132943										
	C.V. (%)		7,5	6,9										
23/Fev	Blocos	3	0,008199	0,314496		0,011266						2112,5333		
	Tratamentos	2	0,030758	0,029525	-	0,001925	-	-	-	-	-	289,2950	-	
	Erro	6	0,010291	0,322519		0,038991						253,2850		
	C.V. (%)		5,2	15,4		23,1						16,1		
6/Mar	Blocos	3	0,002688	0,077021										
	Tratamentos	2	0,009699	0,070233	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Erro	6	0,002655	0,279222										
	C.V. (%)		2,7	11,7										
18/Mar	Blocos	3	0,012908	0,937762										
	Tratamentos	2	0,005258	0,166657	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Erro	6	0,003125	0,365150										
	C.V. (%)		2,4	10,0										
25/Mar	Blocos	3	0,014699	0,216563	1,687493	0,095200*	0,112222	0,125277	0,019611	0,003025	0,013333	3964,1640	227,3366*	
	Tratamentos	2	0,001633	0,002508	0,190833	0,003233	0,110833	0,010833	0,063333	0,020833	0,025833	463,2144	111,9925	
	Erro	6	0,008166	0,072063	0,370857	0,017955	0,066389	0,055277	0,031111	0,019722	0,022500	1318,9550	38,93802	
	C.V. (%)		4,5	4,1	6,4	13,3	4,9	16,3	7,5	11,6	13,2	28,7	14,2	
30/Mar	Blocos	3	0,068488*	0,101607										
	Tratamentos	2	0,004908	0,031758	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Erro	6	0,012230	0,053791										
	C.V. (%)		6,4	4,0										
6/Abr	Blocos	3	0,004044	0,025155										
	Tratamentos	2	0,056608*	0,109008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Erro	6	0,009486	0,102996										
	C.V. (%)		5,5	5,1										
14/Abr	Blocos	3	0,003933	0,161430	1,409717	0,019444	0,047999	0,091110	0,063025	0,063333	0,019610	345,2051	62,45200	
	Tratamentos	2	0,012108	0,252133	0,669998	0,030258	0,125833	0,023333	0,013333	0,130833	0,060833	756,4763	11,18564	
	Erro	6	0,007741	0,128554	2,658878	0,027802	0,112500	0,684444	0,173334	0,137499	0,041944	5612,598	86,35325	
	C.V. (%)		5,2	6,8	14,5	16,7	5,9	35,4	15,5	24,4	17,2	49,7	21,7	

Continua

OUADRO 1A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios												
			DR	AF	FS	RM	Ψ_w	RM	AST	AR	AMR	N-NC3-	N-NA		
20/Abr	Blocos	3	0,067319**	0,412674*											
	Tratamentos	2	0,025274	0,699557*	-										
	Erro	6	0,005419	0,079658											
	C.V. (%)		5,4	6,3											
28/Abr	Blocos	3	0,029452*	0,038874	1,721103	0,010599	0,225277	0,960831	0,051944	0,036388	0,058888	670,0417	11,21633		
	Tratamentos	2	0,018258	0,347724*	0,365833	0,099257	0,107499	1,241499	0,125833	0,005833	0,185832	8518,7504	80,94333*		
	Erro	b	0,005336	0,064691	2,393639	0,042091	0,218611	0,637499	0,056944	0,058055	0,141388	965,6665	11,43237		
	C.V. (%)		7,7	7,9	13,8	28,2	8,7	25,1	8,1	13,8	3,9	21,2	9,5		
03/Mai	Blocos	3	0,009522	0,245408											
	Tratamentos	2	0,007999*	0,498223*	-										
	Erro	b	0,008988	0,062324											
	C.V. (%)		9,8	7,6											
10/Mai	Blocos	3	0,005852	0,023208											
	Tratamentos	2	0,016433*	0,852232*	-										
	Erro	6	0,008877	0,119265											
	C.V. (%)		10,2	11,2											
17/Mai	Blocos	3	0,012666	0,167055											
	Tratamentos	2	0,112032**	1,394357**	-										
	Erro	b	0,007499	0,057180											
	C.V. (%)		9,3	8,1											
20/Mai	Blocos	3			7,591928		0,365554	1,285554	0,055555*	0,005277	0,060833	1299,357	12,56552		
	Tratamentos	2	-	-	0,725832	-	0,940832	1,172499	0,022499	0,150833	0,090833	3481,688	5,185845		
	Erro	b			2,383654		0,839723	0,941384	0,008053	0,045277	0,040833	692,766	9,618057		
	C.V. (%)				16,0		17,0	15,5	3,2	12,2	19,1	25,4	10,1		
25/Mai	Blocos	3	0,005430	0,152496											
	Tratamentos	2	0,014408*	0,381758*	-										
	Erro	k	0,001897	0,036479											
	C.V. (%)		9,8	10,0											
28/Mai	Blocos	3				0,013474	0,327499								
	Tratamentos	2	-	-	-	0,136157	0,603332								
	Erro	6				0,027891	0,179999								
	C.V. (%)					22,9	6,8								

Continua

QUADRO 1A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios										
			DR	RF	FS	RN	Ψ_w	RM	AST	AR	AMR	H-NEO-	H-NA
02/Jun	Blocos	3	0,004386	0,000199	1,414164	0,000000	0,040335	0,156388	0,033333	0,114166*	0,025277	512,7515	6,225334
	Tratamentos	2	0,004538	0,167157*	2,229999	0,000000	0,129999	0,202500	0,032499	0,230832**	0,090833	567,7654	6,055832
	Erro	h	0,002769	0,018792	1,959995	0,000000	0,135335	2,038055	0,035833	0,014166	0,035277	221,2567	13,65472
	C.V. (%)		23,3	13,4	19,9	0,00	35,1	21,2	7,0	4,9	72,7	25,6	13,7
08/Jun	Blocos	3	0,001255	0,054719	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tratamentos	2	0,007258	0,281157*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	b	0,005347	0,036236	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C.V. (%)		42,6	19,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/Jun	Blocos	3	0,004519	0,005563	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tratamentos	2	0,003908	0,186607**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,001452	0,016330	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C.V. (%)		37,8	19,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24/Jun	Blocos	3	-	-	0,345277	0,000000	-	2,171111	0,065335	0,100833	0,051944	265,5227	5,33414
	Tratamentos	2	-	-	0,145833	0,000000	-	2,480832	0,015833	0,009999	0,000833	246,9753	13,52244
	Erro	b	-	-	0,463610	0,000000	-	2,406607	0,014722	0,043332	0,028611	326,7954	13,71584
	C.V. (%)		-	-	23,5	0,000000	-	19,3	4,1	8,2	43,2	32,6	12,5
25/Jun	Blocos	3	-	-	-	-	0,647499	-	-	-	-	-	-
	Tratamentos	2	-	-	-	-	0,647499	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	-	-	-	-	0,224167	-	-	-	-	-	-
	C.V. (%)		-	-	-	-	7,9	-	-	-	-	-	-
02/Jul	Blocos	3	0,000674	0,002252	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tratamentos	2	0,000608	0,022299	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,001041	0,006844	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C.V. (%)		73,1	34,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/Jul	Blocos	3	-	-	1,957497*	0,000000	0,192221	-	-	-	-	-	-
	Tratamentos	2	-	-	0,125833	0,000000	0,902498	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	-	-	0,365833	0,000000	0,741388	-	-	-	-	-	-
	C.V. (%)		-	-	18,3	0,000000	13,3	-	-	-	-	-	-
16/Jul	Blocos	3	0,000277	0,000799	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tratamentos	2	0,000074	0,01209	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,000256	0,004399	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C.V. (%)		67,6	44,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Continua ...

QUADRO 1A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios										
			CR	AF	FS	RM	Ψ u	AM	AST	AR	AWR	N-NEQ-	N-AA
22/Jul	Blocos	3				0,00000							
	Tratamentos	2	-	-	-	0,00000	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6				0,00000							
	C.V. (%)					0,0							
29/Jul	Blocos	3	0,000244	0,000806*	0,251944	0,000000	2,147490	2,394158	0,023055	0,027499	0,043335	183,5220	4,307479
	Tratamentos	2	0,000258	0,000924*	0,259999	0,000000	0,275833	1,493334	0,013333	0,015833	0,002590	6,653320	65,21072
	Erro	6	0,000502	0,000158	1,144444	0,000000	1,142509	2,256662	0,033333	0,015833	0,018035	390,6252	20,72083
	C.V. (%)		84,1	29,6	35,3	0,0	17,8	17,4	6,7	5,1	38,4	23,9	16,8
04/Ago	Blocos	3			0,087499								
	Tratamentos	2	-	-	0,310832	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6			0,160833								
	C.V. (%)				16,1								
12/Ago	Blocos	3	0,000163	0,000274*		0,000000							
	Tratamentos	2	0,000258	0,001424*	-	0,000000	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,000180	0,000158		0,000000							
	C.V. (%)		94,8	23,9		0,0							
13/Ago	Blocos	3					1,943328						
	Tratamentos	1					1,815833						
	Erro	6					1,372499						
	C.V. (%)						14,3						
15/Ago	Blocos	3			1,811106								
	Tratamentos	2	-	-	1,020832	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6			0,781951								
	C.V. (%)				22,3								
18/Ago	Blocos	3			0,034166								
	Tratamentos	2			0,440832								
	Erro	6			0,100832								
	C.V. (%)				8,5								
25/Ago	Blocos	3	0,000011	0,000941									
	Tratamentos	2	0,000023	0,001758	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,000011	0,000425									
	C.V. (%)		200,0	38,1									

Continua

QUADRO 1A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios											
			CR	RF	FS	RN	Ψ^*	RM	AST	AR	RNR	N-ND3-	N-AA	
02/Set	Blocos	3			1,249998*	0,000000			2,820824	0,060833	0,147499	0,116666*	122,0872	6,916371
	Tratamentos	2		-	0,157500	0,000000			6,030820	0,047499	0,290833	0,130833*	85,96565	72,02978*
	Erro	6			0,174166	0,000000			2,560829	0,024166	0,074166	0,024166	107,4458	6,608902
	C.V. (%)				14,6	0,0			20,8	5,3	11,7	25,2	39,9	10,7
06/Set	Blocos	3	0,002844	0,001466										
	Tratamentos	2	0,029508*	0,009733										
	Erro	6	0,005386	0,002266										
	C.V. (%)		8,7	30,3										
11/Set	Blocos	3			3,366659	0,004111								
	Tratamentos	2		-	0,502499	0,078808**								
	Erro	6			3,202489	0,005286								
	C.V. (%)				23,2	8,8								
14/Set	Blocos	3	0,012588	0,004635			4,669987							
	Tratamentos	2	0,076824	0,026233			1,323332							
	Erro	6	0,026081	0,007522			1,988329							
	C.V. (%)		40,8	31,2			15,2							
16/Set	Blocos	3			12,56218									
	Tratamentos	2		-	7,285808									
	Erro	6			2,951456									
	C.V. (%)				15,3									
17/Set	Blocos	3				0,000135	0,374999	2,574138					36,84299	
	Tratamentos	2		-		0,007074	0,181666	6,303324					2,675819	
	Erro	6				0,001697	0,945000	1,720001					14,65149	
	C.V. (%)					45,7	17,1	19,1					16,0	
20/Set	Blocos	3	0,002563	0,029297										
	Tratamentos	2	0,053333*	0,179179*										
	Erro	6	0,007588	0,026497										
	C.V. (%)		14,0	22,6										
24/Set	Blocos	3			2,429715								209,3838	
	Tratamentos	2		-	0,765831								194,2574	
	Erro	6			1,238052								210,6250	
	C.V. (%)				13,8								59,7	

Continua

QUADRO 1A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios											
			DR	RF	FS	RN	ψ^2	RM	AST	AR	ARR	M-MC3	M-M4	
26/Set	Blocos	3	0,005363	0,006255		0,010497								
	Tratamentos	2	0,110432*	0,500925**	-	0,164607	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,010435	0,031464		0,044297								
	C.V. (%)		12,2	16,6		32,5								
30/Set	Blocos	3				0,031519								
	Tratamentos	2	-	-	-	0,010008	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6				0,061686								
	C.V. (%)					43,6								
05/Out	Blocos	3	0,004733	0,037599	4,396401									
	Tratamentos	2	0,200232**	1,130207**	1,583331	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,011767	0,053608	4,444458									
	C.V. (%)		13,5	12,8	22,6									
06/Out	Blocos	3				0,420833								
	Tratamentos	2	-			-	0,697499	-						
	Erro	6					1,034165							
	C.V. (%)						17,1							
09/Out	Blocos	3				0,020852								
	Tratamentos	2	-	-	-	0,119607*	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6				0,011553								
	C.V. (%)					51,3								
14/Out	Blocos	3	0,003611	0,036488										
	Tratamentos	2	0,193807**	2,959256**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,003319	0,029047										
	C.V. (%)		7,1	5,9										
20/Out	Blocos	3				0,001208			4,388674*	0,120832	0,401110	0,083053		13,97636
	Tratamentos	2	-	-	-	0,312907**	-		1,325832	0,000833	0,040833	0,052500	-	86,98044*
	Erro	6				0,006975			0,808059	0,154166	0,145278	0,001389		13,81653
	C.V. (%)					22,3			30,3	11,9	16,4	29,1		17,6
23/Out	Blocos	3	0,006200	0,011119										
	Tratamentos	2	0,200724**	1,633257**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,004714	0,061069										
	C.V. (%)		7,9	10,0										

Continua ...

QUADRO 1A, Cont.

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios										
			CR	AF	FS	PN	Ψ^2	AM	AST	AR	AWR	N-ND3-	N-AA
01/Nov	Blocos	3					0,293055						
	Tratamentos	2	-	-	-	-	0,999998	-	-	-	-	-	-
	Erro	6					0,682222						
	C.V. (%)						7,8						
04/Nov	Blocos	3	0,012052	0,019274	4,376381								
	Tratamentos	2	0,170508**	1,574632**	41,14725*	-	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,003386	0,038900	5,273155								
	C.V. (%)		7,2	9,2	22,3								
06/Nov	Blocos	3				0,027388							
	Tratamentos	2	-	-	-	0,165099*	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6				0,021155							
	C.V. (%)					24,0							
12/Nov	Blocos	3			5,934143	0,024399		0,057777	0,025277	0,056666	0,003055	209,2733	3,032224
	Tratamentos	2	-	-	1,003332	1,766270**	-	0,047499	0,009833	0,240832	0,175833	5027,953**	81,12982**
	Erro	6			3,383331	0,005442		0,115276	0,023611	0,050833	0,064722	435,1816	4,618896
	C.V. (%)				16,8	22,6		22,6	6,8	18,5	27,9	21,1	9,3

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

QUADRO 2A - Quadrados Médios das Análises de Variância dos Dados de Atividade da Redutase do Nitrato Radicular (RN) e dos Teores de Amido (AM), de Açúcares Solúveis Totais (AST), de Açúcares Redutores (AR), de Açúcares Não-Redutores (ANR), de N-Nítrico (N-NO₃⁻), de N-Aminico (N-AA) e de A-Amônia (N-NH₄⁺) nas Raízes dos Cafeeiros-testemunha ou Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, de Fevereiro a Novembro de 1987

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios							
			RN	AM	AST	AR	ANR	N-NO ₃ ⁻	N-AA	N-NH ₄ ⁺
25/Fev	Blocos	3	0,182144**							
	Tratamentos	2	0,001299	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,000877							
	C.V. (%)		4,1							
24/Mar	Blocos	3	0,061211	0,015852	0,008097	0,008022	0,017852	12184,22	20,67880	100,6156
	Tratamentos	2	0,000175	0,006299	0,002099	0,006308	0,003058	8741,469	1,293335	11,15081
	Erro	6	0,027052	0,005811	0,002388	0,006897	0,004036	3621,750	11,00221	66,62967
	C.V. (%)		20,9	22,6	9,1	40,8	19,0	21,0	28,1	20,0
14/Abr	Blocos	3	0,015630	0,017166*	0,004563	0,002733	0,000319	16495,75	25,22520	1096,933
	Tratamentos	2	0,197557**	0,004374	0,008258	0,000533	0,004724	1199,357	3,225830	220,3823
	Erro	6	0,006614	0,002108	0,003247	0,003199	0,004169	7233,250	5,950439	305,2446
	C.V. (%)		10,3	14,1	9,0	21,2	17,8	21,3	23,4	38,9
29/Abr	Blocos	3	0,130944	0,050144*	0,013344	0,004999	0,005477	74434,38**	18,95108	244,8799**
	Tratamentos	2	0,234699*	0,018033	0,012899	0,005433	0,027733*	35355,19*	0,803332	136,3597**
	Erro	6	0,029011	0,008011	0,003011	0,003699	0,004044	4162,094	4,307787	10,89331
	C.V. (%)		22,0	25,7	8,6	21,2	18,2	14,1	28,9	11,7
20/Mai	Blocos	3		0,011030	0,008388	0,003122	0,006955	1754,145	2,015544	65,03856
	Tratamentos	2	-	0,014908	0,008533	0,008008*	0,004274	31155,29*	82,98982	648,9680
	Erro	6		0,019530	0,007122	0,001430	0,004430	5495,844	18,14566	230,8359
	C.V. (%)			33,6	13,8	14,4	19,0	16,5	40,9	42,5
31/Mai	Blocos	3	0,040608							
	Tratamentos	2	0,213557*	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,019958							
	C.V. (%)		24,2							
02/Jun	Blocos	3	0,009963	0,002644	0,003700	0,003963	0,014963**	27106,89	20,21408	92,56299
	Tratamentos	2	0,297032*	0,024033	0,021674	0,004258	0,010208*	185986,3**	103,6055	1314,331
	Erro	6	0,030889	0,022844	0,002775	0,001080	0,001397	7806,289	30,98575	322,1531
	C.V. (%)		28,5	31,3	7,8	10,2	10,6	18,9	54,3	45,4
24/Jun	Blocos	3	0,004022	0,012897	0,003141	0,015588*	0,006986	38377,16	62,62283	898,5334**
	Tratamentos	2	0,447231**	0,009974	0,020108	0,006933	0,008174	184464,9*	477,1587**	1714,626**
	Erro	6	0,019456	0,004763	0,015241	0,002055	0,011219	22708,00	22,17239	69,88281
	C.V. (%)		22,7	14,9	17,1	12,0	30,9	29,9	28,2	16,6

Continua

QUADRO 2A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios							
			RN	AM	AST	AR	ANR	N-NO ₃ ⁻	N-AA	N-NH ₄ ⁺
08/Jul	Blocos	3	0,159696							
	Tratamentos	2	0,684306**	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,055431							
	C.V. (%)		33,7							
29/Jul	Blocos	3	0,165162	0,057788	0,007586	0,012830	0,013222	6708,402	37,13127	285,1892
	Tratamentos	2	0,900756**	0,048924	0,010758	0,000474	0,008058	320653,8**	921,0515**	5032,078*
	Erro	6	0,053381	0,089380	0,017336	0,013197	0,011114	7602,000	53,28125	668,6938
	C.V. (%)		30,4	43,6	15,8	26,8	25,9	15,6	34,4	42,2
12/Ago	Blocos	3	0,009963							
	Tratamentos	2	0,29703 *	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,030889							
	C.V. (%)		28,5							
02/Set	Blocos	3	0,005122	0,192999	0,004422	0,015155	0,015888*	17467,16	156,0780	221,8693
	Tratamentos	2	0,570673**	0,169607	0,018258	0,006408	0,003033	209971,4*	664,8992*	367,9153
	Erro	6	0,045464	0,045941	0,008114	0,003497	0,002255	26214,50	75,65820	180,7480
	C.V. (%)		29,4	23,7	11,1	15,7	10,9	40,1	44,6	34,8
16/Set	Blocos	3	0,173229							
	Tratamentos	2	1,080622*	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,108048							
	C.V. (%)		33,5							
07/Out	Blocos	3	0,057985	0,031222	0,012230*	0,003433	0,013008	10759,45	87,58292	123,1271
	Tratamentos	2	0,648673**	0,193032*	0,001733	0,009174	0,006008	280046,8**	427,4421**	1194,272*
	Erro	6	0,016753	0,029055	0,002055	0,004041	0,003175	13255,50	20,94348	196,8730
	C.V. (%)		18,2	22,9	6,3	17,9	15,4	30,1	28,3	34,9
22/Out	Blocos	3	0,021097							
	Tratamentos	2	1,020921**	-	-	-	-	-	-	-
	Erro	6	0,036315							
	C.V. (%)		19,3							
12/Nov	Blocos	3	0,007363	0,033622	0,002608	0,001866	0,004074	3942,700	6,671910	148,5209
	Tratamentos	2	0,221457**	0,096824*	0,007233	0,000258	0,008808	420029,4**	85,20724	281,1101
	Erro	6	0,017281	0,011147	0,007933	0,003658	0,008941	4536,164	23,93546	86,73209
	C.V. (%)		21,0	14,9	13,2	23,6	22,4	17,7	44,8	30,4

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

QUADRO 3A - Quadrados Médios das Análises de Variância dos Dadoç de Crescimento de Ramos (CR) e da Área Foliar (AF), de Fotossíntese Potencial (FS), de Atividade da Redutase do Nitrato Foliar (RN) e dos Teores de Amido (AM), de Açúcares Solúveis Totais (AST), de Açúcares Redutores (AR) e de Açúcares Não-Redutores (ANR) nas Folhas dos Cafeeiros Supridos com Nitrato ou Amônio, com e sem Frutos, de Novembro de 1987 a Março de 1988

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios											
			CR	AF	FS	RN	AM	AST	AR	ANR	N-NEG-	N-NA		
15/Nov	Blocos	3	0,052222	0,212406										
	Fonates de Ni-trogênio (FN)	1	0,001806	1,171806										
	Erro a	3	0,029272	0,372537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fruto (FR)	1	0,091505 *	1,129905**										
	FN x FR	1	0,091505*	0,047306										
	Erro b	6	0,007947	0,041856										
	C.V. (%)			5,4	5,3									
25/Nov	Blocos	3	0,046441	0,768905										
	Fonates de Ni-trogênio (FN)	1	0,034224	0,752556										
	Erro a	3	0,040671	0,970619	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Fruto (FR)	1	0,122500	2,648758*										
	FN x FR	1	0,003999	0,191406										
	Erro b	6	0,17333	0,356897										
	C.V. (%)			7,1	11,5									
02/Dez	Blocos	3			1,837495	0,004522	0,952290	0,003958	0,873958*	0,806666*	287,5886	48,96414		
	Fonates de Ni-trogênio (FN)	1			1,210013	0,023256	0,600625	0,105624*	0,075624	0,002499	371,5264	1,380623		
	Erro a	3	-	-	0,528330	0,028622	0,505625	0,003958	0,028958	0,049166	304,3960	19,09392		
	Fruto (FR)	1			1,210004	1,161004 **	3,150623**	0,005625	0,005625	0,022500	216,8257	10,72561		
	FN x FR	1			1,322503	0,029756	0,075624	0,005625	0,015624	0,039999	155,6255	15,01339		
	Erro b	6			0,949579	0,010313	0,191457	0,003958	0,035624	0,019583	238,4818	21,18225		
	C.V. (%)					9,7	11,2	16,2	2,3	9,2	19,3	18,8	15,1	
04/Dez	Blocos	3	0,002491	0,396616										
	Fonates de Ni-trogênio (FN)	1	0,052899	0,883600										
	Erro a	3	0,008266	0,188317	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Fruto (FR)	1	1,060899 **	7,980625**										
	FN x FR	1	0,000624	0,112224										
	Erro b	6	0,014178	0,306540										
	C.V. (%)			7,1	11,1									
12/Dez	Blocos	3	0,090422	0,002341										
	Fonates de Ni-trogênio (FN)	1	0,135056	1,134221										
	Erro a	3	0,076156	0,264976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Frutos (FR)	1	3,600504 **	24,70087**										
	FN x FR	1	0,047306	0,012099										
	Erro b	6	0,093472	0,295786										
	C.V. (%)			21,5	11,2									

Continua ...

QUADRO 3A, Cont.

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios								N-103-	N-1A
			CR	AF	FS	FN	AM	AST	AR	ANR		
19/Jan	Blocos	3			0,706661	1,034021*					575,4702*	
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1			1,209996	0,273006					735,7651**	
	Erro a	3	-	-	1,046663	0,058106	-	-	-	-	20,17378	-
	Fruto (FR)	1			1,822492*	3,715255**					103,5306	
	FN x FR	1			0,002499	0,200256					659,2056	
	Erro b	6			0,269164	0,075805					278,5090	
	C.V. (%)				6,1	16,2					20,2	
24/Jan	Blocos	3	0,000574	0,089483								
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1	0,000900	0,189225								
	Erro a	3	0,002816	0,057741	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fruto (FR)	1	4,305620**	67,73282**								
	FN x FR	1	0,000099	0,585224								
	Erro b	6	0,007528	0,133086								
	C.V. (%)		9,7	12,7								
30/Jan	Blocos	3	0,001256	0,217916								
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1	0,002256	0,108900								
	Erro a	3	0,012889	0,085616	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fruto (FR)	1	2,318004**	37,51356**								
	FN x FR	1	0,002756	0,042024								
	Erro b	6	0,008313	0,060963								
	C.V. (%)		14,3	9,2								
01/Fev	Blocos	2			0,205830							
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1			0,270000							
	Erro a	2	-	-	0,062500	-	-	-	-	-	-	-
	Frutos (FR)	1			0,029999							
	FN x FR	1			0,029999							
	Erro b	4			0,4224985							
	C.V. (%)				5,8							
06/Fev	Blocos	3	0,003750	0,071272								
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1	0,000399	0,088506								
	Erro a	3	0,012983	0,112856	-	-	-	-	-	-	-	-
	Frutos (FR)	1	4,020021**	25,02498**								
	FN x FR	1	0,005624	0,294306								
	Erro b	6	0,005724	0,159577								
	C.V. (%)		8,1	13,4								

Continua

OUADRO 3A, Cont

Data	Fonte de Variação	S.L.	Quadrados Médios									
			DR	AF	FS	RN	RM	AST	AR	ARR	N-NO3-	N-AA
08/Fev	Blocos	3			5,747467	0,012916	0,571667	0,066666	0,002291	0,075625	3,107381	18,20726**
	Fontes de Ni-trogênio (FN)	1			1,822495	0,624100	1,000000	0,022499	0,005625	0,050624	55,13089	20,93066**
	Erro a	3	-	-	3,157490	0,212249	0,244999	0,062500	0,000625	0,060624	116,2622	0,097291
	Fruto (FR)	1			0,302503	15,01562**	24,50246**	0,039999	0,030624	0,140624	354,3804	117,1806**
	FN x FR	1			2,102490	1,010024 *	0,062500	0,022500	0,075624	0,180624	829,0005	7,153598
	Erro b	6			0,465823	0,066831	0,455825	0,052916	0,019791	0,033958	127,3754	2,376461
	C.V. (%)				5,4	18,9	27,3	9,3	13,3	13,0	13,6	5,3
15/Fev	Blocos	3	0,003906	0,138575								
	Fontes de Ni-trogênio (FN)	1	0,010506	0,511224								
	Erro a	3	0,026106	0,068088	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fruto (FR)	1	3,213054**	20,70246**								
	FN x FR	1	0,000506	0,476100								
	Erro b	6	0,011563	0,159182								
	C.V. (%)		8,7	12,2								
23/Fev	Blocos	2			0,950837**		6,900825 *	0,097500	0,010833	0,110833		63,37305
	Fontes de Ni-trogênio (FN)	1			0,187496*		0,403332	0,007499	0,000833	0,013333		27,00003
	Erro a	2	-	-	0,007500	-	0,140833	0,052500	0,010833	0,035833	-	12,27999
	Fruto (FR)	1			1,840830		24,08330*	0,240833	0,367500**	0,013333		179,4132**
	FN x FR	1			0,240832		1,469998	0,140833	0,020833	0,053333		58,07990**
	Erro b	4			0,635830		1,819145	0,063333	0,014166	0,043333		2,706509
	C.V. (%)				8,4		58,2	10,4	8,8	19,5		5,2
23/Fev	Blocos	1			0,08012							
	Fontes de Ni-trogênio (FN)	1			0,214512*							
	Erro a	1	-	-	0,001012							
	Frutos (FR)	1			3,162607							
	FN x FR	1			0,357012							
	Erro b	2			0,020110							
	C.V. (%)				17,2							
27/Fev	Blocos	3	0,008972	0,065798								
	Fontes de Ni-trogênio (FN)	1	0,000306	1,113024								
	Erro a	3	0,020706	0,041981	-	-	-	-	-	-	-	-
	Frutos (FR)	1	1,911304**	18,06250**								
	FN x FR	1	0,003306	1,575025*								
	Erro b	6	0,002298	0,195951								
	C.V. (%)		4,1	10,1								

Continua

QUADRO 3A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios									
			CR	AF	FS	PN	AN	AST	AR	ANR	N-NEQ-	N-AA
05/Mar	Blocos	2			0,000833							
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1			0,053331							
	Erro a	2	-	-	1,960825	-	-	-	-	-	-	-
	Fruto (FR)	1			0,030000							
	FN x FR	1			0,000000							
	Erro b	4			0,012499							
	C.V. (%)				1,0							
05/Mar	Blocos	1				0,037812					16,24472	
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1				0,056112					80,64514	
	Erro a	1	-	-	-	0,010512	-	-	-	-	816,0781	-
	Fruto (FR)	1				3,850312**					250,8799	
	FN x FR	1				0,001012					160,2048	
	Erro b	2				0,024860					515,9719	
	C.V. (%)					10,7					28,6	

* Significativo a 5% / α probabilidade pelo Teste de F.

** Significativo a 1% / α probabilidade pelo Teste de F.

QUADRO 4A - Desvios-Padrão (σ) e Número de Repetições (n) dos Dados de Potencial Hídrico do Xilema Foliar Medido entre 9:00 e 10:00 Horas (Ψ_w-9H) e entre 14:00 e 15:00 (Ψ_w-14H) Horas, de Resistência Estomática Medida entre 9:00 e 10:00 Horas (RE-9H) e entre 14:00 e 15:00 (RE-14H) Horas e de Temperatura da Copa Medida dos Lados Leste (L) e Oeste (O), entre 9:00 e 10:00 Horas (TC-9H) e entre 14:00 e 15:00 (TC-14H) Horas, dos cafeeiros sem Frutos Supridos com Nitrato de Sódio, de Novembro de 1987 a Fevereiro de 1988

Datas	$\Psi_w - 9H$		$\Psi_w - 14H$		RE - 9H		RE - 14H		TC - 9H				TC - 14H			
									L		O		L		O	
	σ	n	σ	n	σ	n	σ	n	σ	n	σ	n	σ	n	σ	n
19/Nov			—	—	2,2	7	5,3	9	-	-	—	—	-	-	—	—
26/Nov	3,2	4	-	-	1,2	7	-	-	—	—	—	—	—	—	—	—
02/Dez	-	-	—	—	0,8	7	-	-	—	—	-	-	—	—	—	—
03/Dez	-	-	—	—	-	-	—	—	1,4	12	0,7	12	1,5	16	1,4	15
09/Dez	0,4	6	0,8	9	0,6	7	3,5	8	1,2	14	1,0	16	1,3	16	0,8	16
18/Dez	0,6	7	1,1	6	2,4	8	7,1	7	-	-	—	—	—	—	—	—
29/Dez	0,9	5	1,2	h	-	-	6,1	7	-	-	—	—	1,5	14	2,4	14
30/Dez	-	-	—	—	1,0	7	1,3	7	2,3	12	1,2	12	1,2	13	1,7	15
04/Jan	-	-	—	—	-	-	—	—	1,4	14	1,2	16	-	-	—	—
05/Jan	-	-	—	—	-	-	—	—	-	-	-	-	1,4	8	1,2	7
09/Jan	0,7	5	1,0	5	0,9	7	1,5	8	-	-	-	-	—	—	—	—
10/Jan	-	-	—	—	-	-	—	—	1,9	11	2,1	8	1,1	9	1,4	12
12/Jan	-	-	—	—	2,0	7	1,0	7	-	-	-	-	-	-	—	—
18/Jan	-	-	—	—	-	-	10,5	8	3,9	9	1,6	14	1,9	15	3,3	10
19/Jan	0,9	7	1,2	6	1,7	7	-	-	—	—	—	—	—	—	—	—
20/Jan	-	-	—	—	—	—	9,0	7	-	-	-	-	-	-	-	-
26/Jan	0,8	5	1,2	5	1,0	7	7,5	7	3,0	15	1,8	16	1,9	10	1,5	8
29/Jan	0,8	8	0,8	h	1,4	7	4,5	7	2,1	13	2,1	11	1,1	14	1,7	12
01/Fev	-	-	—	—	1,7	6	2,1	7	2,5	10	1,3	10	1,5	12	2,7	15
08/Fev	0,8	4	1,2	6	-	-	—	—	—	—	-	-	—	—	—	—
09/Fev	-	-	—	—	-	-	0,9	8	2,6	7	1,8	8	1,5	9	0,9	13
10/Fev	0,5	4	-	-	1,5	6	-	-	—	—	-	-	—	—	-	-
24/Fev	1,2	9	0,9	8	-	-	—	—	—	—	-	-	—	—	—	—
25/Fev	-	-	-	-	1,6	6	3,5	6	3,5	8	1,5	12	1,8	11	2,2	9

QUADRO 5A - Quadrados Médios das Análises de Variância dos Dados de Atividade da Redutase do Nitrato Radicular (RN) e dos Teores de Amido (AM), de Açúcares Solúveis Totais (AST), de Açúcares Redutores (AR) e de Açúcares Não-Redutores (ANR), de N-Nítrico ($N-NO_3^-$), de N-Amínico (N-AA) e de N-Amônia (N-NH₄⁺) nas Raízes dos Cafeeiros Supridos com Nitrato de Sódio ou Uréia, com e sem Frutos, de Dezembro de 1987 a Março de 1988

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios							
			RN	AM	AST	AR	ANR	N-NO ₃ ⁻	N-AA	N-NH ₄ ⁺
02/Dez	Blocos	3	0,028056	0,007841	0,007522	0,025916	0,017322	13799,71	78,86212	603,0020*
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1	0,104005*	0,001600	0,000306	0,008099	0,011556	274969,2*	180,2306	124,8808
	Erro a	3	0,009456	0,000883	0,006022	0,010816	0,016572	11183,66	31,58226	58,02225
	Fruto (FR)	1	0,200255**	0,002024	0,033306*	0,012999	0,005256	14083,78	0,015624	76,12566
	FN x FR	1	0,146306**	0,001600	0,002256	0,003599	0,003155	836,6548	27,82561	24,75064
	Erro b	6	0,005381	0,007729	0,005531	0,003166	0,005589	4828,883	24,61044	64,34790
	C.V. (X)			8,9	18,8	11,1	19,7	19,5	13,0	30,1
15/Dez	Blocos	3	0,008541							
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1	0,019599							
	Erro a	3	0,018383							
	Fruto (FR)	1	0,102399**							
	FN x FR	1	0,013224							
	Erro b	6	0,002262							
	C.V. (%)			9,3						
04/Jan	Blocos	3	0,017816	0,010316	0,014156	0,006606	0,002783	18630,76	4,892266	146,8417
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1	0,065024	0,000399	0,007656	0,000156	0,005624	83376,56	19,58058	225,0000
	Erro a	3	0,039208	0,004949	0,001356	0,002472	0,006641	12955,30	9,427277	63,56831
	Fruto (FR)	1	0,078399**	0,093024*	0,023256*	0,003156	0,019599	1892,245	13,87560	8,702199
	FN x FR	1	0,009024	0,002025	0,002756	0,001056	0,007224	1733,514	50,76556*	28,62244
	Erro b	6	0,003029	0,007174	0,002172	0,005756	0,005812	3574,836	6,133924	80,69881
	C.V. (%)			8,4	23,4	6,6		14,8	10,4	23,6
19/Jan	Blocos	3	0,017089							
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1	0,011556							
	Erro a	3	0,021356							
	Frutos (FR)	1	0,035156							
	FN x FR	1	0,016256							
	Erro b	6	0,006222							
	C.V. (%)			16,5						
08/Fev	Blocos	3	0,020856	0,044306	0,007206	0,001375	0,010672	22122,48	2,528946	31,16902
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1	0,000006	0,000506	0,000506	0,000000	0,000506	63667,88	97,51553**	414,1223
	Erro a	3	0,026522	0,018772	0,004939	0,001949	0,006572	10405,86	0,745623	44,04912
	Frutos (FR)	1	0,135055**	0,082656*	0,002756	0,000624	0,003756	3651,186	127,1253*	59,29004
	FR x FR	1	0,006006	0,007656	0,001056	0,004900**	0,010506	7845,543	19,59060	10,88995
	Erro b	6	0,005231	0,006006	0,003589	0,000279	0,004397	11331,03	3,796376	37,79320
	C.V. (%)			11,4	18,9	8,8	12,0	12,3	20,0	20,3

Continua ...

QUADRO 5A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios							
			RN	AM	AST	AR	ANR	N-ND3-	N-AA	N-NH ₄ ⁺
23/Fev	Blocos	1		0,001512	0,008450	0,000000	0,008450	332,8242	0,245003	42,31995
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1		0,004512	0,011249	0,000200	0,008449	99457,94*	8,404977	30,42001
	Erro a	1	-	0,012012	0,008450	0,000450	0,012799	237,6183	0,404997	375,3799
	Fruto (FR)	1		0,070312*	0,048049*	0,006049*	0,019999**	27966,15	20,47995**	9,679972
	FN x FR	1		0,001012	0,002450	0,000020	0,004049*	46848,56	0,319980	0,180003
	Erro b	2		0,003762	0,000649	0,000324	0,000124	7466,113	0,099964	30,33978
	C.V. (%)			7,4	3,9	11,8	2,2	18,3	3,8	19,8
05/Mar	Blocos	2	0,033174							
	Fontes de Nitrogênio (FN)	1	0,000033							
	Erro a	2	0,006608	-	-	-	-	-	-	-
	Fruto (FR)	1	0,197632							
	FN x FR	1	0,000533							
	Erro b	4	0,028458							
C.V. (%)		25,9								

* Significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

** Significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

QUADRO 6A - Desvios-Padrão (s) e Número de Repetições (n) dos Dados de Temperatura do Solo Medida entre 9:00 e 10:00 Horas (TS - 9H) e entre 14:00 e 15:00 (TS - 14H) Horas, de Marco a Novembro de 1987 e de Dezembro de 1987 a Marco de 1988

Datas	TS - 9H		TS - 14H	
	s	n	s	n
14/Mar	0,3	6	1,1	6
24/Mar	0,7	12	0,5	12
14/Abr	0,8	12	0,7	12
29/Abr	0,2	12	0,3	6
20/Mai	0,2	12	0,6	12
03/Jun	0,3	8	0,6	10
25/Jun	0,5	9	0,7	10
07/Jul	0,6	7	1,0	6
10/Jul	0,7	6	1,3	6
30/Jul	0,7	9	1,0	9
14/Ago	0,9	10	1,5	9
03/Set	0,9	9	1,9	9
16/Set	0,7	7	1,0	8
30/Set	1,1	10	1,3	9
05/Out	1,2	6	1,2	11
14/Out	1,0	9	1,1	11
28/Out	0,8	6	1,1	6
02/Nov	1,1	7	1,0	6
05/Nov	0,6	7	1,1	6
09/Nov	0,8	6	0,6	6
20/Nov	0,8	8	1,2	6
04/Dez	0,4	6	0,6	6
09/Dez	0,4	6	0,4	6
14/Dez	-	-	0,4	6
18/Dez	0,6	9	0,7	9
29/Dez	0,9	10	1,0	11
04/Jan	0,7	6	0,7	6
06/Jan	0,5	6	0,8	6
09/Jan	0,6	6	0,7	6
12/Jan	0,5	7	0,3	6
18/Jan	-	-	1,2	8
19/Jan	0,6	8	-	-
21/Jan	-	-	1,3	6
26/Jan	0,8	6	1,0	6
29/Jan	0,9	6	1,4	6
01/Fev	0,7	7	1,2	6
07/Fev	0,5	6	0,6	6
11/Fev	0,6	7	0,5	7
22/Fev	0,3	6	0,4	6
27/Fev	1,0	7	1,2	9
07/Mar	0,9	8	0,8	7

QUADRO 7A - Quadrados Médios das análises de Variância dos Dados de Crescimento de Ramos (CR), de Crescimento da Área de Folhas (AF) e de Fotossíntese Potencial (FS) dos Cafeeiros sob Fotoperíodo Normal ou Estendido, com e sem Frutos, de Março a Junho de de 1988

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
			CR	AF	FS
06/Mar	Blocos	1	0,010512	0,308112	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,117612	0,056112	
	Erro a	1	0,043512	0,159611	-
	Fruto (FR)	1	1,029612**	4,075514*	
	FP x FR	1	0,005512	0,000112	
	Erro b	2	0,009810	0,058810	
	C.V. (%)		10,8	6,8	
17/Mar	Blocos	1	0,003199	0,125000	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,026450	0,039199	
	Erro a	1	0,007199	0,259200	-
	Fruto (FR)	1	1,394447**	4,961250**	
	FP x FR	1	0,000449	0,186050	
	Erro b	2	0,012497	0,019848	
	C.V. (%)		14,7	5,6	
19/Mar	Blocos	1			0,001250
	Fotoperíodo (FP)	1			0,151251
	Erro a	1	-	-	0,451247
	Fruto (FR)	1			0,451247
	FP x FR	1			0,451247
	Erro b	2			0,151251
	C.V. (%)				8,6
23/Mar	Blocos	1			0,211246
	Fotoperíodo (FP)	1			0,151252
	Erro a	1	-	-	0,031250
	Frutos (FR)	1			0,011249
	FP x FR	1			0,031250
	Erro b	2			0,126250
	C.V. (%)				3,6
28/Mar	Blocos	1	0,027612	0,059512	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,027612	0,348612	
	Erro a	1	0,040612	0,159612	
	Frutos (FR)	1	1,453510*	8,302810**	
	FP x FR	1	0,032512	0,143112	
	Erro b	2	0,016060	0,061860	
	C.V. (%)		17,5	12,1	

Continua

QUADRO 7A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
			CR	AF	FS
03/Abr	Blocos	2			0,010833
	Fotoperíodo (FP)	1			0,040834
	Erro a	2	-	-	0,010833
	Fruto (FR)	1			0,020833
	FP x FR	1			0,100833
	Erro b	4			0,090832
	C.V. (%)				2,9
08/Abr	Blocos	1	0,004999	0,040612	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,042049	0,340311	
	Erro a	1	0,007199	0,201602	-
	Fruto (FR)	1	0,744198*	5,494610*	
	FP x FR	1	0,096799	0,610511	
	Erro b	2	0,018849	0,226860	
	C.V. (%)		25,5	28,5	
13/Abr	Blocos	1			0,361248
	Fotoperíodo (FP)	1			0,661251
	Erro a	1	-	-	0,151255
	Fruto (FR)	1			0,061250
	FP x FR	1			0,011250
	Erro b	2			0,021248
	C.V. (%)				1,3
16/Abr	Blocos	1	0,056112	0,292612	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,004512	0,030012	
	Erro a	1	0,001012	0,003612	-
	Frutos (FR)	1	0,838511*	5,594512**	
	FP x FR	1	0,002112	0,002812	
	Erro b	2	0,022112	0,003611	
	C.V. (%)		29,7	3,5	
27/Abr	Blocos	1	0,010512	0,056112	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,021012	0,013612	
	Erro a	1	0,004512	0,043512	-
	Frutos (FR)	1	0,515111*	4,882809**	
	FP x FR	1	0,002112	0,015312	
	Erro b	2	0,010112	0,045561	
	C.V. (%)		22,5	16,2	

Continua ...

OUADRO 7A, Cont

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
			CR	AF	FS
30/Abr	Blocos	1			0,244997
	Fotoperíodo (FP)	1			0,045000
	Erro a	1	-	-	0,125000
	Fruto (FR)	1			0,179999
	FP x FR	1			0,020000
	Erro b	2			0,129999
	C.V. (%)				3,5
04/Ma i	Blocos	1			2,000000
	Fotoperíodo (FP)	1			0,080003
	Erro a	1	-	-	0,000000
	Fruto (FR)	1			4,804995
	FP x FR	1			0,004999
	Erro b	2			0,204999
	C.V. (%)				4,2
08/Mai	Blocos	1	0,002812	0,021012	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,007012	0,003612	
	Erro a	1	0,001012	0,002812	
	Fruto (FR)	1	0,021012*	1,001111**	-
	FP x FR	1	0,019012*	0,005512	
	Erro b	2	0,000762	0,005260	
	C.V. (%)		16,9	13,6	
17/Mai	Blocos	1			0,201250
	Fotoperíodo (FP)	1			0,001249
	Erro a	1	-	-	0,201250
	Frutos (FR)	1			0,061249
	FP x FR	1			0,001249
	Erro b	2			0,091250
	C.V. (%)				2,6
18/Mai	Blocos	1	0,001012	0,022050	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,005512	0,042049	
	Erro a	1	0,005512	0,009799	
	Frutos (FR)	1	0,049612**	0,966048**	-
	FP x FR	1	0,002812*	0,033799	
	Erro b	2	0,000112	0,007322	
	C.V. (%)		6,6	14,4	

Continua ...

OUADRO 7A, Cont.

Data	Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
			CR	AF	FS
28/Mai	Blocos	1			0,911237*
	Fotoperíodo (FP)	1			0,211250*
	Erro a	1	-	-	0,001249
	Fruto (FR)	1			0,211248
	FP x FR	1			1,901238
	Erro b	2			0,141245
	C.V. (%)				4,7
29/Mai	Blocos	1	0,000112	0,013612	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,013612	0,103512	
	Erro a	1	0,000112	0,004512	-
	Fruto (FR)	1	0,027612**	0,300312**	
	FP x FR	1	0,004512*	0,005512	
	Erro b	2	0,000162	0,001862	
	C.V. (%)		10,5	9,7	
05/Jun	Blocos	1			1,279997
	Fotoperíodo (FP)	1			0,044999
	Erro a	1	-	-	1,999992
	Fruto (FR)	1			1,445001
	FP x FR	1			0,605000
	Erro b	2			0,249998
	C.V. (%)				8,6
11/Jun	Blocos	1	0,002812	0,000800	
	Fotoperíodo (FP)	1	0,001012	0,016199	
	Erro a	1	0,000312	0,000799	-
	Frutos (FR)	1	0,000012	0,028800	
	FP x FR	1	0,001512	0,007199*	
	Erro b	2	0,000462	0,000199	
	C.V. (%)		38,2	8,6	
20/Jun	Blocos	1			0,720005
	Fotoperíodo (FP)	1			0,020000
	Erro a	1	-	-	0,124998
	Frutos (FR)	1			0,019999
	FP x FR	1			0,604999
	Erro b	2			0,252498
	C.V. (%)				9,3

QUADRO 8A - Desvios-Padrão (s) e Número de Repetições (n) dos Dados de Resistência Estomática Medida entre 9:00 e 10:00 Horas (RE - 9H) e entre 14:00 e 15:00 Horas (RE - 14H), dos Cafeeiros sem Frutos, sob Fotoperíodo Normal, de Março a Junho de 1988

Datas	RE - 9H		RE - 14H	
	s	n	s	n
06/Mar	4,1	8	1,6	6
12/Mar	1,7	7	2,1	7
23/Mar	-	-	3,7	7
28/Mar	-	-	4,2	6
31/Mar	1,7	5	2,8	7
11/Abr	1,7	6	4,9	7
16/Abr	1,1	5	1,2	6
26/Abr	2,3	6	7,3	9
01/Mai	1,4	7	3,1	5
04/Mai	0,9	5	19,6	6
18/Mai	2,8	5	4,1	8
23/Mai	1,2	5	2,1	7
01/Jun	3,0	5	2,9	5