

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 23-28, 1998.

Recebido para publicação em 07/01/98. Aprovado em 20/05/98.

ISSN 0104-1347

**CRESCIMENTO VEGETATIVO SAZONAL DO CAFEIEIRO (*Coffea canephora* Pierre var. Conilon) NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO<sup>1</sup>**

**VEGETATIVE GROWTH CYCLE OF COFFEE (*Coffea canephora* Pierre var. Conilon) IN THE STATE OF ESPÍRITO SANTO, BRAZIL**

Virgílio Cesar de Mello Libardi<sup>2</sup>, José Augusto Teixeira do Amaral<sup>3</sup> e José Francisco Teixeira do Amaral<sup>4</sup>

**RESUMO**

Estudaram-se as variações estacionais do crescimento vegetativo do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre var. Conilon) e suas relações com a temperatura do ar e com a remoção dos frutos. Os experimentos foram conduzidos na Área Experimental do Centro Agropecuário da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, situada no município de Alegre, localizado no sul do Estado do Espírito Santo. O crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos primários do cafeeiro decresceu a partir de abril, atingindo taxas mínimas nos meses de maio a agosto, época em que foram registradas as menores temperaturas e as menores precipitações pluviais. A retomada do crescimento ativo ocorreu em setembro. Esse modelo de crescimento não foi modificado pela remoção dos frutos, ainda que cafeeiros sem frutos exibissem maiores taxas de crescimento. Declínios temporários nas intensidades de crescimento, em épocas quentes, podem estar associados a temperaturas do ar relativamente elevadas.

**Palavras-chave:** crescimento, *Coffea canephora*, temperatura do ar

**SUMMARY**

<sup>1</sup> Trabalho Parcialmente Financiado pelo CNPq.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, MS, Centro Agropecuário da UFES, Caixa Postal 16, CEP 29500-000, Alegre - ES.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Dr<sup>o</sup>, Centro Agropecuário da UFES, Caixa Postal 16, CEP 29500-000, Alegre - ES.

The experiments were conducted in the south of the State of Espírito Santo, southeastern Brazil, using *Coffea canephora* Pierre var. Conilon. The stational variations of the vegetative growth and their relations with the air temperature and with the fruits' removal was studied. The growth of the orthotropic and plagiotropic branches decreased since April, reaching negligible growth rates in the months of May until August, time when were registered lower temperatures and lower rainfall. The recovering of active growth occurred in September. This model of growth wasn't modified by the fruits' removal, eventhough coffee trees without fruits exposed taller growth rates. Temporarily decreases in growth intensity were related to high air temperature.

**Key words:** growth, *Coffea canephora*, air temperature

## INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre var. Conilon) ocupa mais de 65% do parque cafeeiro do Estado do Espírito Santo, respondendo por cerca de 80% da produção brasileira de café robusta, contribuindo para que o Brasil seja o segundo maior produtor mundial desse produto (SILVA & COSTA, 1995). Apesar da importância econômica e social do café conilon, não há informações sobre as variações sazonais do crescimento vegetativo dessas plantas nas condições ecológicas do Estado. O conhecimento da fenologia assume importância considerável, uma vez que esses estudos podem orientar de modo adequado as práticas de cultivo do cafeeiro, tais como: épocas de adubação, de controle de pragas e doenças (WAKEFIELD, 1933), de podas (VILANOVA, 1958), de semeadura, de transplante e de irrigações (GOMEZ-GOMEZ, 1977).

As informações pertinentes à periodicidade de crescimento vegetativo do cafeeiro no Brasil dão ênfase ao *Coffea arabica* L. Essa espécie apresenta flutuações sazonais de crescimento, que têm sido freqüentemente atribuídas a fatores climáticos (AMARAL, 1991; BARROS & MAESTRI, 1974; LIBARDI et al. 1995; MAESTRI & BARROS, 1977; MOTA, 1988; RENA & MAESTRI, 1986; RENA & MAESTRI, 1987). Em Viçosa, Estado de Minas Gerais-MG, o crescimento é intenso na época quente e chuvosa, e lento na estação seca e fria (AMARAL, 1991; AMARAL & RENA, 1990; AMARAL et al. 1987; BARROS & MAESTRI, 1974; MOTA, 1988).

A coincidência dos períodos secos com épocas frias e de dias curtos dificulta a identificação do fator primário que afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas (BARROS & MAESTRI, 1974; LIBARDI et al. 1995). Não obstante, a similaridade entre o crescimento

vegetativo de cafeeiros irrigados e não irrigados, bem como a retomada do crescimento antes do advento das chuvas, permitiram concluir que nem a precipitação pluvial, nem o teor de umidade do solo, explicam a transição do estado de crescimento vegetativo mínimo ao estado de crescimento ativo do cafeeiro Arábico, em Viçosa (MG) (BARROS & MAESTRI, 1974; MOTA, 1988). Por outro lado, as temperaturas mínimas que ocorrem esporadicamente em fins de março parecem desencadear as quedas nas taxas de crescimento do cafeeiro Arábico em Viçosa-MG, ainda que as médias das temperaturas mínimas nessas ocasiões sejam aparentemente favoráveis ao crescimento (AMARAL, 1991; BARROS & MAESTRI, 1974; MOTA, 1988). A extensão do fotoperíodo para 14 horas, efetuada por intermédio de lâmpadas incandescentes de 200 watts, que acendiam das 17 às 19 horas e das 5 às 7 horas, por meio de um relógio temporizador, a partir de março, em Viçosa-MG, também não modificou o crescimento de ramos e a expansão da área foliar em cafeeiros adultos, irrigados, sob condições de campo (AMARAL, 1991; AMARAL & RENA, 1990; MOTA, 1988).

Declínios temporários nas taxas de crescimento de ramos plagiotrópicos primários e na formação da área foliar durante a fase de crescimento ativo do cafeeiro arábico têm sido atribuídos a altas temperaturas e a elevada intensidade de radiação solar (BARROS & MAESTRI, 1974). O mesmo ocorre em Rehovot, Israel, onde durante o mês de agosto o crescimento de folhas é muito reduzido, provavelmente em virtude das altas temperaturas (GINDEL, 1963). 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 & HUXLEY, 1970), em detrimento de ramos e folhas em crescimento.

Este trabalho teve por objetivo caracterizar a periodicidade de crescimento vegetativo do cafeeiro conilon no município de Alegre, Estado do Espírito Santo-ES, bem como associá-la com as variações estacionais da temperatura do ar e da precipitação pluvial, bem como com a frutificação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em área experimental do Centro Agropecuário da Universidade Federal do Espírito Santo, situada no município de Alegre (lat.: 20°45'S, long.: 41°30'W e alt.: 140m), localizado na região Sul do Estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Utilizaram-se cafeeiros robusta (*Coffea canephora* Pierre var. Conilon) de aproximadamente sete anos de idade, sob espaçamento de 2,5 m x 3,5m, em condições de cultura.

Foram conduzidos dois experimentos distintos. Retiraram-se todos os frutos dos cafeeiros no princípio de janeiro de 1991, época em que se deu início ao primeiro experimento, o qual foi

concluído em março de 1992. Inicialmente, selecionaram-se quatro lotes uniformes de cafeeiros, dispostos cada um em fila única, sendo que cada lote de cafeeiros foi constituído por 20 plantas.

Um segundo experimento foi iniciado nos mesmos lotes de plantas do primeiro experimento, a partir de setembro de 1991, sendo conduzido até maio de 1992. Para tanto, metade das plantas de cada lote de cafeeiros tiveram seus frutos removidos no início da fase experimental, com a finalidade de se estabelecer a influência da frutificação sobre o crescimento vegetativo das plantas.

Em ambos os experimentos fizeram-se acompanhamentos sistemáticos do crescimento de ramos ortotrópicos e de ramos plagiotrópicos. Em cada lote de cafeeiros, marcaram-se vinte ramos ortotrópicos e vinte ramos plagiotrópicos primários, no terço superior da copa das plantas, por intermédio de etiquetas. O alongamento dos ramos foi avaliado periodicamente, conforme descrito por BARROS & MAESTRI (1974). Durante toda a fase experimental, os tratos culturais, tais como capinas, pulverizações e adubações foram feitos de acordo com as técnicas usuais da região.

As temperaturas do ar foram registradas por meio de um termohigrógrafo e a precipitação pluvial foi quantificada por intermédio de um pluviômetro na Estação Experimental da Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária - EMCAPA, em Bananal do Norte (ES) (lat.: 20°45'S, long.: 41°15'W e alt.: 110m), situada aproximadamente a 27km, em linha reta, do local dos estudos.

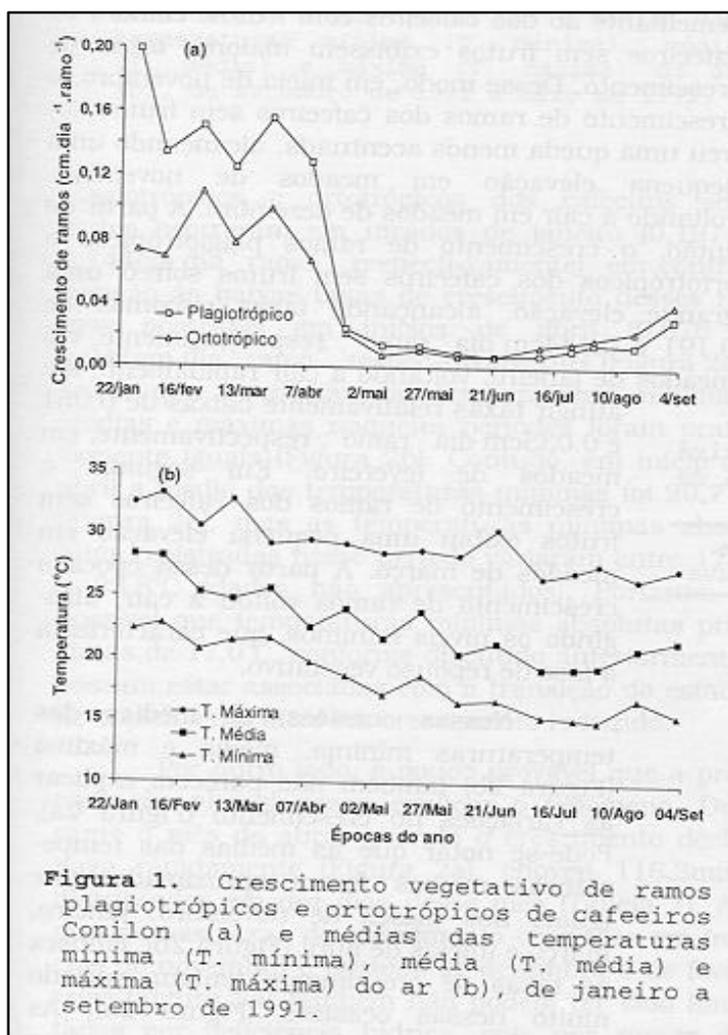
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações estacionais do crescimento vegetativo de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos do cafeeiro conilon exibiram um período de grande atividade e um período de repouso (Figura 1a). Não houve diferenças entre os padrões sazonais de crescimento vegetativo de ramos plagiotrópicos e ramos ortotrópicos, embora as intensidades de crescimento tenham sido mais elevadas nos ramos plagiotrópicos durante a fase de crescimento ativo.

Observa-se na Figura 1a que as intensidades de crescimento de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos diminuíram rapidamente a partir de início de abril, alcançando taxas baixas de 0,024 e 0,021cm dia<sup>-1</sup> ramo<sup>-1</sup>, respectivamente, em fins deste mesmo mês, permanecendo em níveis mínimos, abaixo dessas taxas, nos meses de maio, junho, julho e agosto. O reinício da fase de crescimento ativo ocorreu em inícios de setembro. Essa variação sazonal do crescimento vegetativo de ramos de cafeeiros conilon foi semelhante aos padrões de crescimento vegetativo de ramos observados em *Coffea arabica* L. em Viçosa, (MG) (AMARAL, 1991; AMARAL & RENA, 1990;

AMARAL et al. 1987; BARROS & MAESTRI, 1974; MOTA, 1988) e em Piracicaba, Estado de São Paulo-SP (LIBARDI et al. 1995).

A temperatura do ar mostrou tendência de queda lenta e gradual de fins de março a fins de agosto (Figura 1b). De modo geral, o crescimento vegetativo de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos (Figura 1a), acompanhou as curvas de temperaturas mínima, média e máxima (Figura 1b). Sabe-se que o intervalo de temperatura média anual ideal para o cafeeiro conilon situa-se entre 22 e 26°C, enquanto que o cafeeiro Arábico exige médias mensais anuais entre 19 e 22°C (DADALTO & BARBOSA, 1995). Entretanto, a manutenção das temperaturas médias no intervalo de 22 a 26°C, de fins de março ao final de abril, não impediu a queda nas taxas de crescimento de ramos. Além disso, em fins de maio a temperatura média foi de 23,8°C (Figura 1b), enquanto que o crescimento permaneceu praticamente paralisado (Figura 1a). Portanto, torna-se pouco provável que as temperaturas médias possam explicar, isoladamente, as variações sazonais de crescimento do cafeeiro conilon.



As oscilações das temperaturas máximas também não explicam o fenômeno, pois a média das temperaturas máximas em fins de junho, quando o crescimento encontrava-se praticamente paralisado, foi semelhante à média das temperaturas máximas ocorrida em fins de fevereiro, durante a época de crescimento ativo. Além disso, as médias das temperaturas máximas foram semelhantes em março e abril, enquanto o crescimento declinou rapidamente nesse período (Figuras 1a e 1b).

As variações das temperaturas mínimas apresentaram estreita relação com as flutuações no crescimento. Observa-se que as menores taxas de crescimento (Figura 1a) coincidiram no tempo com as temperaturas mais baixas (Figura 1b). O crescimento de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos atingiu níveis muito baixos, de 0,024 e 0,021cm dia<sup>-1</sup> ramo<sup>-1</sup> em fins de abril, quando a média das temperaturas mínimas foi igual a 18,6°C. Além disso, quando o crescimento começou a declinar rapidamente, a partir de início de abril (Figura 1a), a média das temperaturas mínimas era de 19,7°C (Figura 1b), sendo que os valores absolutos de temperatura mínima que compuseram essa média variaram de 17,2 a 21,4°C (dados não apresentados). Imediatamente antes do início da queda do crescimento, em fins de março (Figura 1a), a média das temperaturas mínimas foi de 21,6°C (Figura 1b), cujo valor foi calculado com base nos registros de temperaturas mínimas individuais que variaram de 18,0 a 24,3°C (dados não apresentados). Esses resultados confirmam que o conilon cresce melhor em condições de temperatura do ar mais elevadas, pois é originário de regiões equatoriais baixas, quentes e úmidas do Congo, na África (PAULINO et al. 1987). Sugere-se que a ocorrência de temperaturas mínimas de 17,2°C, mesmo que por um intervalo de tempo relativamente curto, pode ocasionar queda no crescimento do cafeeiro conilon.

As variações da precipitação pluvial (Tabela 1) também guardam estreita relação com as flutuações do crescimento (Figura 1a). O período de crescimento ativo (Figura 1a) coincidiu no tempo com a época de maior precipitação pluvial (Tabela 1), o inverso ocorrendo na fase de crescimento reduzido. Todavia, um aspecto aparentemente controverso foi que o crescimento começou a declinar em inícios de abril (Figura 1a), época em que o teor de umidade do solo era provavelmente elevado, posto que durante o mês de março choveu 300,2mm e durante o mês de abril choveu 15,6mm (Tabela 1). Além disso, choveu nos meses de julho, agosto e setembro (41,0, 47,9 e 107,5mm, respectivamente) (Tabela 1), enquanto que o crescimento foi retomado em setembro (Figura 1a). Esses resultados dão indicações de que a precipitação pluvial não explica a transição do estado de crescimento ativo ao estado de crescimento reduzido, e vice-versa, conforme sugerido anteriormente por outros pesquisadores (BARROS & MAESTRI, 1974; MOTA, 1988).

**Tabela 1.** Precipitação pluvial, precipitação máxima e número de dias de chuva mensais, de janeiro de 1991 a maio de 1992.

| Meses dos anos | Precipitação pluvial (mm) | Precipitação máxima (mm) | Número de dias de chuva |
|----------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Jan            | 196,0                     | 71,8                     | 22                      |
| Fev            | 132,8                     | 34,1                     | 16                      |
| Mar            | 300,2                     | 94,2                     | 16                      |
| Abr            | 15,6                      | 6,4                      | 6                       |
| Mai            | 18,4                      | 5,2                      | 9                       |
| Jun            | 20,4                      | 7,1                      | 7                       |
| Jul            | 41,0                      | 22,7                     | 7                       |
| Ago            | 47,9                      | 16,0                     | 11                      |
| Set            | 107,5                     | 45,6                     | 11                      |
| Out            | 65,0                      | 16,0                     | 9                       |
| Nov            | 216,3                     | 45,2                     | 19                      |
| Dez            | 236,3                     | 50,4                     | 16                      |
| Jan            | 248,6                     | 49,5                     | 20                      |
| Fev            | 66,2                      | 17,0                     | 13                      |
| Mar            | 27,6                      | 8,0                      | 9                       |
| Abr            | 116,3                     | 42,8                     | 10                      |
| Mai            | 28,6                      | 9,0                      | 7                       |

O padrão sazonal de crescimento vegetativo de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos não foi alterado pela remoção dos frutos (Figura 2a). A remoção total dos frutos das plantas de cafeeiro também não preveniu as quedas nas taxas de crescimento, ocorridas em várias ocasiões: inícios de novembro, meados de dezembro e de fevereiro e a partir de inícios de abril. Embora a remoção dos frutos não tenha modificado o modelo estacional de crescimento vegetativo de ramos, grandes diferenças foram verificadas nas taxas de crescimento vegetativo de ramos entre cafeeiros com frutos e sem frutos: os cafeeiros sem frutos apresentaram maiores intensidades nas taxas de crescimento vegetativo de ramos.

Sabe-se que os frutos constituem os drenos mais fortes das plantas, podendo importar assimilados das folhas vizinhas e mesmo de regiões mais distantes na planta (CANNELL, 1970). Por conseguinte, a competição imposta durante o desenvolvimento dos frutos, nesse período, pode ser um fator de restrição ao crescimento vegetativo, em função da maior mobilização de assimilados para os órgãos reprodutivos, em detrimento dos órgãos vegetativos (CANNELL, 1971; CANNELL & HUXLEY, 1970). Outros autores também mostraram que o padrão sazonal de crescimento vegetativo do cafeeiro não foi modificado pela remoção dos frutos, ainda que plantas sem frutos possam apresentar maiores taxas de crescimento (AMARAL, 1991; BOSS, 1958; MOTA, 1988).

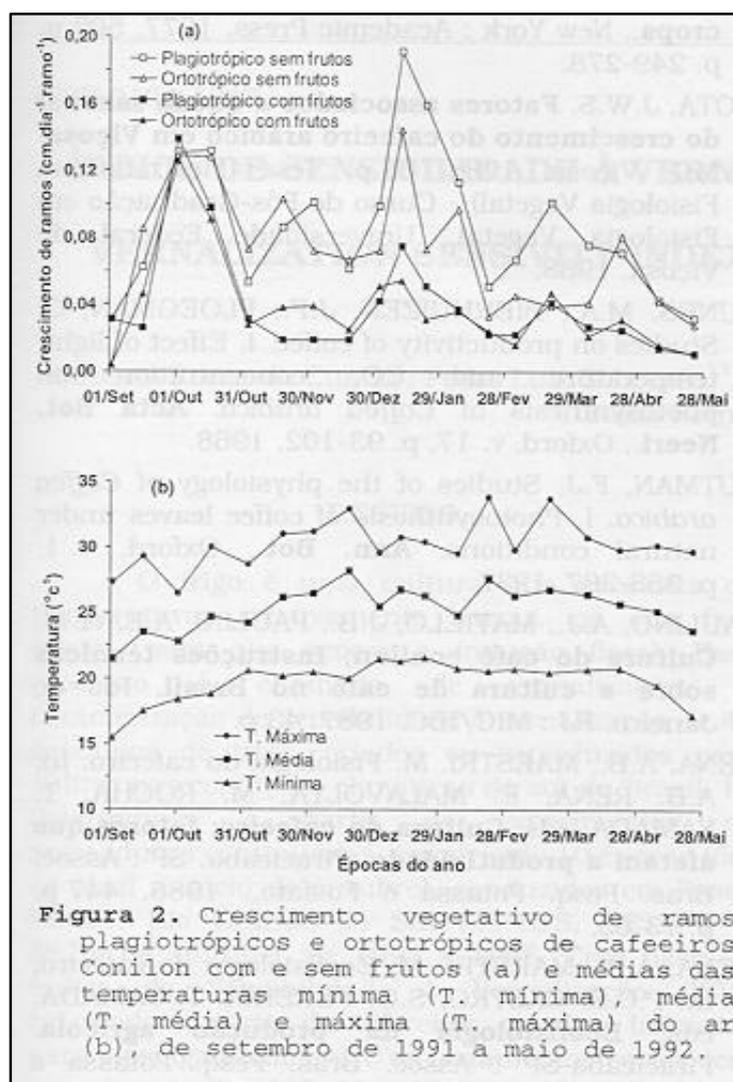
Observa-se na Figura 2a que as taxas de crescimento dos cafeeiros com frutos caíram rapidamente a partir de fins de setembro, atingindo taxas baixas em inícios de novembro,

provavelmente em função da rápida expansão dos frutos. O crescimento de ramos dos cafeeiros com frutos permaneceu em níveis baixos até fins de dezembro, alcançando uma pequena elevação em meados de janeiro, quando então voltou a cair, mantendo-se em taxas baixas até o final da fase experimental. Nos cafeeiros sem frutos, o modelo de crescimento foi semelhante ao dos cafeeiros com frutos, embora os cafeeiros sem frutos exibissem maiores taxas de crescimento. Desse modo, em início de novembro, o crescimento de ramos dos cafeeiros sem frutos sofreu uma queda menos acentuada, alcançando uma pequena elevação em meados de novembro, voltando a cair em meados de dezembro. A partir de então, o crescimento de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos dos cafeeiros sem frutos sofreu uma grande elevação, alcançando taxas máximas de 0,191 e 0,144cm dia<sup>-1</sup> ramo<sup>-1</sup>, respectivamente, em meados de janeiro, voltando a cair rapidamente até atingir taxas relativamente baixas de 0,051 e 0,033cm dia<sup>-1</sup> ramo<sup>-1</sup>, respectivamente, em meados de fevereiro. Em seguida, o crescimento de ramos dos cafeeiros sem frutos exibiu uma pequena elevação em meados de março. A partir dessa época o crescimento de ramos voltou a cair, atingindo os níveis mínimos, que caracterizam a fase de repouso vegetativo.

Nessas ocasiões, as médias das temperaturas mínima, média e máxima (Figura 2b) também não parecem explicar as variações no crescimento (Figura 2a). Pode-se notar que as médias das temperaturas médias foram aproximadamente iguais nos meses de novembro, janeiro, março e inícios de abril (Figura 2b), embora as taxas de crescimento tenham variado muito nessas ocasiões (Figura 2a). As maiores taxas de crescimento de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos dos cafeeiros sem frutos ocorreram em meados de janeiro (0,191 e 0,144cm dia<sup>-1</sup> ramo<sup>-1</sup>, respectivamente), em contração às baixas taxas de crescimento desses ramos ocorridas em inícios de abril (0,076 e 0,041cm dia<sup>-1</sup> ramo<sup>-1</sup>, respectivamente) (Figura 2a), sendo que as médias das temperaturas mínimas, médias e máximas naqueles períodos foram praticamente iguais (Figura 2b). Contudo, em início de abril a média das temperaturas mínimas foi 20,7<sup>o</sup>C (Figura 2b), mas as temperaturas mínimas absolutas registradas nesse período variaram entre 17,1 a 23,8<sup>o</sup>C (dados não apresentados). Portanto, é possível que temperaturas mínimas absolutas próximas de 17,0<sup>o</sup>C, conforme discutido anteriormente, possam estar associadas com a transição do estado de crescimento ativo em crescimento reduzido.

Por outro lado, é pouco provável que a precipitação pluvial possa explicar o fenômeno. Durante o mês de abril, quando o crescimento declinava rapidamente (Figura 2a), choveu 116,3mm, distribuídos em dez dias desse mês (Tabela 1). As quedas nas taxas de crescimento ocorridas em inícios de novembro e meados de dezembro e de fevereiro (Figura 2a) também não podem ter sido limitadas por deficiência hídrica, pois nos meses de novembro, dezembro e fevereiro choveu,

respectivamente, 216,3, 236,3 e 66,2mm, nem devido à má distribuição das chuvas (Tabela 1). Talvez a ocorrência de temperaturas do ar relativamente elevadas expliquem as quedas no crescimento ocorridas em meados de dezembro e de fevereiro (Figura 2a), uma vez que as médias das temperaturas máximas registradas nessas ocasiões foram de 32,9 e 33,8°C, respectivamente (Figura 2b). Isso porque folhas de café expostas a pleno sol podem apresentar temperaturas de até 10°C acima da temperatura do ar (BUTLER, 1977; MOTA, 1988; AMARAL, 1991) ou mais elevadas (BUTLER, 1977). Nessas condições, essas elevações de temperatura em folhas de café fortemente iluminadas podem ocasionar decréscimos nas taxas fotossintéticas líquidas (NUNES et al. 1968; NUTMAN, 1937; RENA et al. 1983; TIÓ, 1962; RENA & MAESTRI, 1986; RENA & MAESTRI, 1987). Já os decréscimos no crescimento ocorridos em inícios de novembro (Figura 2a) não parecem estar associados à variações nas médias das temperaturas mínima, média e máxima do ar (Figura 2b) e tampouco ao regime hídrico (Tabela 1).



## CONCLUSÕES

O padrão de crescimento vegetativo de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos apresenta um período de grande atividade vegetativa (setembro a abril) e um período de repouso (maio a agosto). As menores taxas de crescimento coincidem no tempo com a época seca e fria. Médias de temperaturas mínimas abaixo de 18,6°C e temperaturas mínimas absolutas próximas de 17,0°C são associadas com a transição do estado de crescimento ativo em crescimento reduzido. A remoção dos frutos não modifica esse modelo de crescimento, embora os ramos sem frutos exibem maiores taxas de crescimento. Declínios temporários nas taxas de crescimento nas épocas quentes e chuvosas são associados à médias de temperaturas máximas do ar relativamente elevadas, geralmente acima de 32,9°C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J.A.T. **Crescimento vegetativo estacional do cafeeiro e suas inter-relações com fontes de nitrogênio, fotoperíodo, fotossíntese e assimilação do nitrogênio.** Viçosa, 1991. 139 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- AMARAL, J.A.T., RENA, A.B. Influência do fotoperíodo sobre a periodicidade sazonal do crescimento vegetativo do cafeeiro. In: SEMINÁRIO INTERNO DE PESQUISA DA UFES, 1990, Alegre, ES. **Anais...**, Vitória, ES : UFES, 1990. 483 p. p. 5.
- AMARAL, J.A.T., RENA, A.B., BARROS, R.S., et al. Periodicidade sazonal do crescimento vegetativo do cafeeiro e relações com fontes de nitrogênio, fotossíntese e redução do nitrato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1987, Campinas, SP. **Anais...**, Rio de Janeiro : MIC/IBC, 1987. 323 p. p. 118-120.
- BARROS, R.S., MAESTRI, M. Influência dos fatores climáticos sobre a periodicidade de crescimento vegetativo do café (*Coffea arabica* L.). **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 21, p. 268-279, 1974.
- BOSS, M.L. Some environmental factors related to the growth cycle of *Coffea arabica* L. **Fla. State Hort. Soc. Proc.**, Florida, v. 71, p. 327-332, 1958.
- BUTLER, D.R. Coffee leaf temperatures in a tropical environment. **Acta Bot. Neerl.**, Oxford, v. 26, p. 129-140, 1977.
- CANNELL, M.G.R. The contribution of carbohydrates from vegetative laterals of the growth of fruits on the bearing branches of *Coffea arabica*. **Turrialba**, San Jose, v. 20, p. 15-19, 1970.

- CANNELL, M.G.R. 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.**, Great Britain, v. 67, p. 99-120, 1971.
- CANNELL, M.G.R., HUXLEY, P.A. Seasonal patterns of growth and development of arabica coffee in Kenya. **Kenya Coffee**, v. 35, p. 139-142, 1970.
- DADALTO, G.G., BARBOSA, C.A. Macrozoneamento agroecológico. In: **Manual Técnico para a Cultura do Café no Estado do Espírito Santo**. Vitória-ES : SEAG-ES. 1995. 163 p. p. 11-14.
- GINDEL, I. Ecological behavior of the coffee plant under semi - arid conditions. **Coffee**, Turrialba, v. 4, p. 49-63, 1963.
- GOMEZ-GOMEZ, L. Influencia de los factores climaticos sobre la periodicidad de crecimiento del cafeto. **Cenicafé**, Chinchina, v. 28, p. 3-16, 1977.
- LIBARDI, V.C.M., SILVA, F.C., FUKUSHIMA, E.H. et al. Efeito de fatores climáticos na taxa de crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995, Campina Grande. **Anais...**, Campina Grande : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. 505 p. p. 247-249.
- MAESTRI, M., BARROS, R.S. Coffee. In: P.T. Alvim e T.T. Kozlowski, ed. **Ecophysiology of tropical crops.**, New York : Academic Press. 1977. 502 p. p. 249-278.
- MOTA, J.W.S. **Fatores associados a queda sazonal do crescimento do cafeeiro arábico em Viçosa-MG**. Viçosa, 1988. 68 p. Tese (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Curso de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- NUNES, M.A., BIERHUIZEN, J.F., PLOEGMAN, C. Studies on productivity of coffee. I. Effect of light, temperature and CO<sub>2</sub> concentration on photosynthesis of *Coffea arabica*. **Acta Bot. Neerl.**, Oxford, v. 17, p. 93-102, 1968.
- NUTMAN, F.J. Studies of the physiology of *Coffea arabica*. I. Photosynthesis of coffee leaves under natural conditions. **Ann. Bot.**, Oxford, v. 1, p. 353-367, 1937.
- PAULINO, A.J., MATIELO, J.B., PAULINI, A.E. et al. **Cultura do café conilon; Instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ : MIC/IBC. 1987. 43 p.
- RENA, A.B., MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: A.B. RENA, E. MALAVOLTA, M. ROCHA, T. YAMADA, eds. **Cultura do cafeeiro; fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, SP : Assoc. Bras. Pesq. Potassa e Fósforo, 1986. 447 p. p. 13-85.

- RENA, A.B., MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: P.C.R. CASTRO, S.O. FERREIRA, T. YAMADA, eds. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba-SP : Assoc. Bras. Pesq. Potassa e Fosfato,. 1987. 249 p. p. 119-147.
- RENA, A.B., CALDAS, L.S., JOHNSON, C.E. et al. Fotossíntese e o depauperamento de algumas progênies de café resistentes à ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1983, Poços de Caldas. **Anais...**, Rio de Janeiro : MIC/IBC, 1983. 393 p. p. 171-172.
- SILVA, A.E.S. da, COSTA, E.B. da. Importância econômica e social. In: **Manual Técnico para a Cultura do Café no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES : SEAG-ES, 1995. 163 p. p. 9-10.
- TIÓ, M.A. Effect of light intensity on the rate of apparent photosynthesis in coffee leaves. **J. Agric. Univ. Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 46, p. 159-166. 1962.
- VILANOVA, T. Como y cuando crecen los cafetos. **El café de El Salvador**, v. 38, p. 320-321. 1958.
- WAKEFIELD, A.J. **Arabica coffee; periods of growth and seasonal measures**. Tanganyika : Department of Agriculture, 1933. 16 p. (Pamph, 9).