

INFLUÊNCIA DOS FATORES CLIMÁTICOS SOBRE A PERIODICIDADE DE
CRESCIMENTO VEGETATIVO DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.)*

Raimundo Santos Barros
Moacyr Maestri**

1. INTRODUÇÃO

Em vista das pequenas variações dos fatores climáticos nos trópicos, as plantas lenhosas dessa parte do globo, aparentemente, exibem crescimento contínuo, ao contrário da periodicidade de crescimento bem marcante que ocorre com as plantas de climas temperados. A verificação de periodicidade de crescimento em plantas tropicais, como o café, além do interesse científico, pode ter implicações agronômicas, tais como determinações de épocas adequadas de adubação (24, 25, 27), de combate às pragas e doenças (25, 27), de cultivo (24, 27), de podas (9, 10, 27) ou mesmo de práticas conservacionistas (25).

O crescimento dos órgãos vegetativos do cafeeiro tem sido freqüentemente associado à produtividade econômica. Altas correlações já foram encontradas entre a produção de frutos e o crescimento dos ramos laterais ocorrido no ano anterior (7, 12) ou com o número de nós surgidos (18). O crescimento em altura, o crescimento em diâmetro do tronco (14) e a expansão da área foliar (26) também são bons índices de produtividade em café.

Os fatores que controlam o ciclo de crescimento do café dependem das regiões nas quais é cultivado. No Quênia (9, 10, 23), na Tanzânia (24, 27) e em El Salvador (29), as estações de crescimento acompanham o ciclo das chuvas. Altas precipitações, porém, podem causar redução nas taxas de crescimento (16, 17, 22, 23). Para Chinchiná, Colômbia, SUÁREZ DE CASTRO e RODRIGUES (25) não encontraram correlação alguma entre o crescimento e a distribuição das chuvas, ainda que CASTILLO (11)

* Parte de uma tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa, como requisito para obtenção do grau de Magister Scientiae.

Aceito para publicação em 6-5-1974.

** Respectivamente, Auxiliar de Ensino do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE e Professor Adjunto do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. O primeiro autor foi bolsista de pós-graduação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), durante a realização deste trabalho.

relacione os picos máximos observados com temperaturas noturnas superiores a 20°C, ocorridas três a quatro semanas antes. Em Rehovot, Israel, o ciclo de crescimento depende da temperatura (13). Já em Misore, Índia, o crescimento é controlado pela distribuição das chuvas e pela temperatura (17, 22). Para Turrialba, Costa Rica, McFARLANE (16) atribui às precipitações pluviais e à presença de frutos o papel de fatores controladores de crescimento, enquanto BOSS (8) sugere que a temperatura e o fotoperíodo respondem pelas diferentes taxas de crescimento durante o ano.

O estudo aqui relatado teve por objetivo determinar as fases de crescimento vegetativo do café e suas possíveis relações com os fatores climáticos em Viçosa, Minas Gerais. Alguns resultados desse estudo foram mencionados, em forma preliminar, num artigo de revisão anteriormente publicado (4).

2. MATERIAL E MÉTODOS

As plantas estudadas, cafeeiros (*Coffea arabica* L.) da variedade Bourbon Amarelo, cultivadas a pleno sol, em solo de baixada, faziam parte de um cafezal, de aproximadamente quinze anos de idade, recepado em setembro de 1969, com brotação vigorosa e sadia, e em que o aparecimento dos botões florais ocorreu na primeira quinzena de maio de 1971. O referido cafezal está localizado em terreno plano, de fertilidade considerada boa, já que anteriormente recebera adubações completas. A única prática cultural efetuada durante o estudo foram capinas, quando necessárias.

Tomaram-se dois lotes, um irrigado e outro não-irrigado, de seis covas (3 x 2), espaçadas de 3 x 3 m, com uma média de três plantas por cova. A irrigação, por infiltração, era efetuada duas vezes por semana, pela adição de vinte litros d'água, de cada vez, por cova, na zona mais ou menos correspondentes à projeção da copa das plantas. Apesar não se procedia à irrigação quando chovia. Em cada cova foram marcados quatro ramos plagiotrópicos em altura mediana na copa das árvores e dois ramos ortotrópicos, totalizando em cada lote doze ramos ortotrópicos e vinte e quatro laterais primários. Dos dois diferentes tipos de ramos, eram anotados os seus alongamentos totais, e também a expansão dos entrenós surgidos. Registrhou-se, ainda, a expansão da área das folhas surgidas sobre os laterais primários, tomando-se os maiores comprimentos e as maiores larguras de cada limbo foliar, e utilizando-se, para o cálculo da área, a equação $Y = 0,667 X$, em que Y é a área estimada da folha e X, o produto do maior comprimento pela maior largura, deduzida por BARROS et alii (6). As medições de cada entrenó e de cada área foliar só eram interrompidas, quando, no mínimo, três anotações consecutivas coincidissem.

O crescimento cambial foi estimado, medindo-se, com um paquímetro, o diâmetro da base de dois troncos, por cova, a mais ou menos 5,0 cm do ponto de rebrota.

As temperaturas e umidades relativas foram obtidas com um termohigrôgrafo "Lambrecht" modelo 252, instalado na área do experimento. A intensidade de radiação solar incidente, registrada por meio de um actinógrafo bimetálico 58 d, tipo "Röbitzch Fuess", e os dados de precipitação pluvial foram fornecidos pelo Posto Meteorológico do Ministério da Agricultura,

situado a 1.000 m do local do ensaio, aproximadamente. As variações de comprimento do dia, para Viçosa, foram obtidas de ARAÚJO (3).

As medições semanais foram iniciadas a 27 de agosto de 1970 e terminadas a 2 de setembro de 1971. A irrigação do lote irrigado foi iniciada em maio de 1970.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra que não houve diferenças na periodicidade de crescimento dos órgãos estudados e que os lotes irrigado e não-irrigado exibiram comportamento semelhante.

O crescimento vegetativo se iniciou em começos de setembro de 1970 (figura 1) e, no entanto, a precipitação pluvial até esse período foi bem inferior a 100 mm mensais (figura 2), valor mínimo admissível, segundo ALEGRE (1), para o mês mais seco do ano, nas regiões cafeeiras. A figura 1 também mostra que em princípios de setembro de 1971 o crescimento em altura, nos dois lotes, já se havia iniciado, embora, praticamente, não chovesse desde fins de junho do mesmo ano; nesse mesmo período, foi grande o número de folhas surgidas sobre os ramos primários. A irrigação também não antecipou o advento da fase de crescimento ativo, no lote irrigado, entre maio e agosto de 1970 e igual período de 1971. Ao que parece, a precipitação pluvial não foi o fator responsável pela transição do estado de crescimento vegetativo reduzido a estado de crescimento ativo.

De modo geral, o crescimento vegetativo acompanhou as curvas de temperatura. Observa-se, contudo, que, apenas com um pequeno aumento de temperatura, nos começos de setembro de 1970, as taxas de crescimento atingiram valores próximos aos mais altos níveis de toda a fase de crescimento ativo. É provável, portanto, que não seja a simples elevação da temperatura o fator desencadeador do fenômeno. Todavia, antes desse crescimento acentuado, ocorreu um período frio (figura 2) nos meses de junho, julho e agosto, o que talvez tenha estimulado o crescimento posterior, como sugeriu BOSS (8) para explicar a retomada do crescimento em janeiro, em Turrialba, em seqüência ao período frio de dezembro, analogamente com o que ocorre com as plantas de climas temperados. O mesmo é verificado em Misore, onde, após um período seco e frio, de dezembro a março, o café começa a crescer, ainda que não chova (17, 22). Em Rehoyot, ocorre fenômeno similar (13).

Apesar das pequenas variações observadas, o crescimento foi bastante intenso, de fins de outubro a fins de dezembro de 1970, período em que ocorreram os picos máximos; daí em diante, com exceção do crescimento do tronco, começou a declinar até mais ou menos a segunda quinzena de fevereiro de 1971. Essa queda não foi resultado de baixa pluviosidade, uma vez que, entre 7 e 21 de janeiro, a precipitação pluvial foi alta e bem distribuída e, no entanto, os níveis de crescimento continuaram a cair, além de as plantas dos lotes irrigado e não-irrigado crescerem semelhantemente. Os possíveis fatores responsáveis pela referida queda do crescimento são as altas temperaturas e a elevada radiação solar a partir de fins de dezembro de 1970.

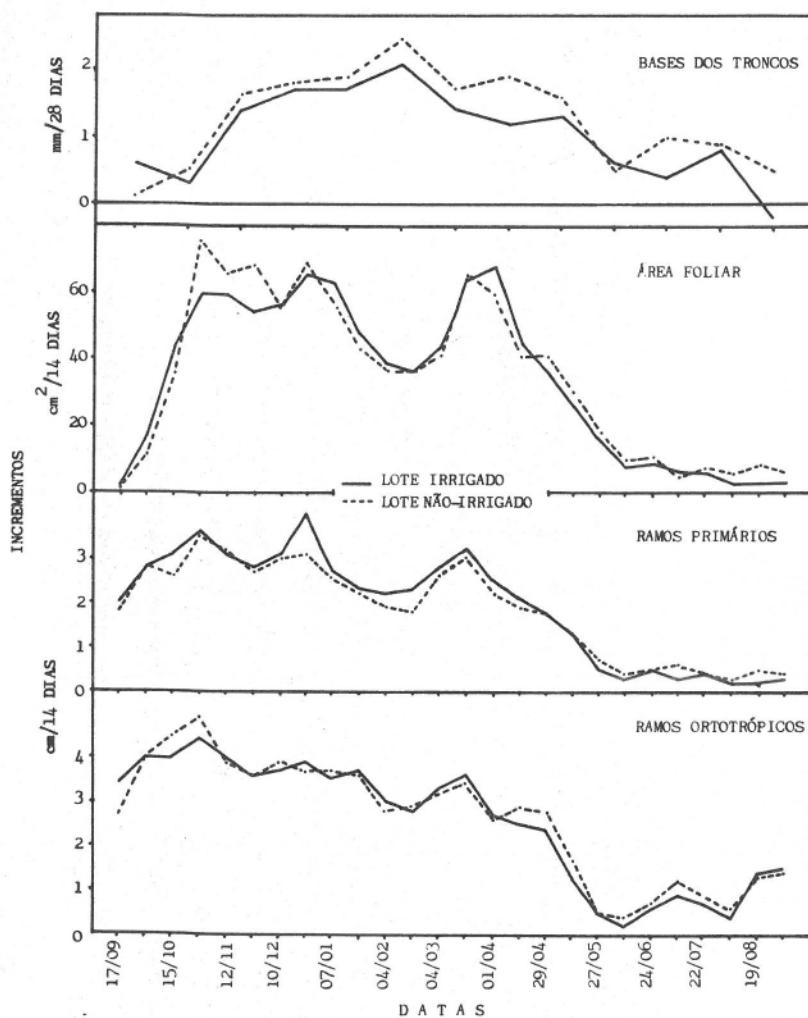


FIGURA 1 - Taxas de crescimento absoluto dos órgãos vegetativos do cafeiro em Viçosa, de setembro de 1970 a agosto de 1971. Médias, por lote, de 12 ramos ortotrópicos, de 24 ramos primários, da área foliar formada sobre os 24 laterais primários e dos diâmetros das bases de 12 troncos.

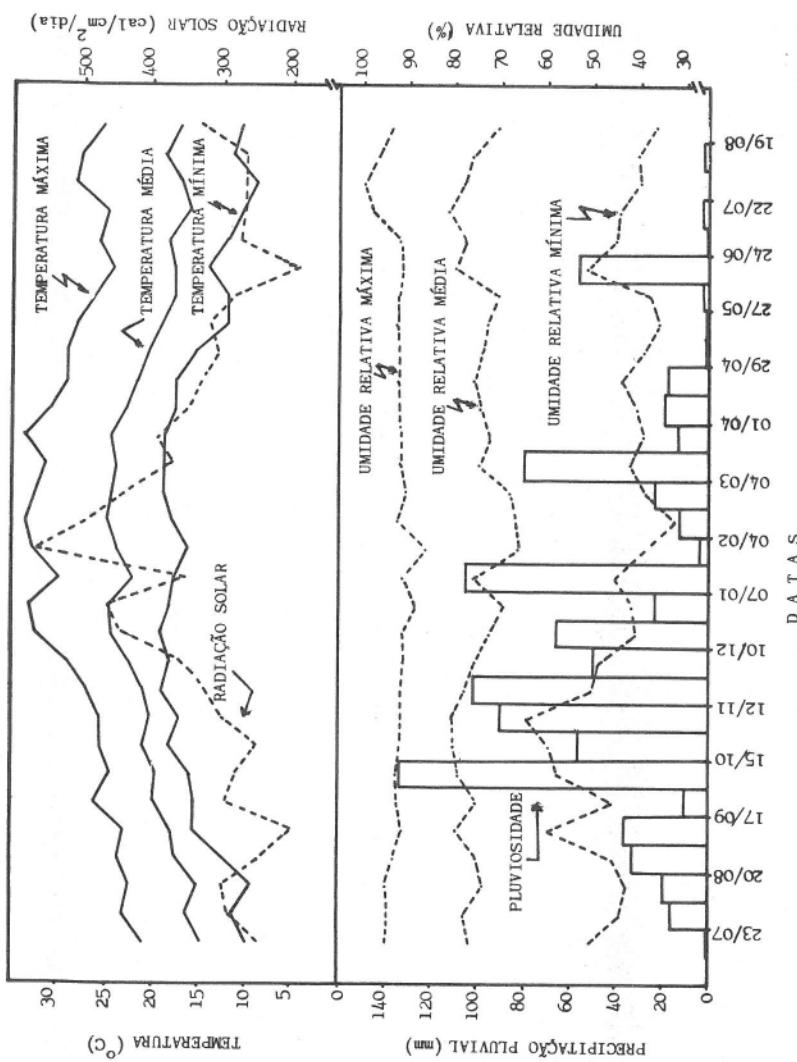


FIGURA 2 - Média dos parâmetros meteorológicos prevalecentes em Víçosa, de julho de 1970 a agosto de 1971.

O mesmo foi também verificado em Rehoyot, onde se notou que a intensidade de formação da área foliar declinou em agosto, em virtude das altas temperaturas (13). Embora McFARIANE (16) mencione que a causa da redução no crescimento em abril-maio, em Turrialba, foi a pequena quantidade de chuvas caídas anteriormente, nesse período também se observaram as maiores temperaturas. O efeito das altas intensidades de radiação solar na redução do crescimento pode ser explicado pelo fato de que as folhas de café expostas à luz solar têm sua temperatura aumentada (15, 19, 20), de até 20°C acima da temperatura do ar, como observou ALVIM (2) em Turrialba. NUNES *et alii* (19) observaram que intensidades luminosas acima de 0,11 cal/cm²/min, facilmente encontradas em condições de campo, podem deprimir a fotossíntese líquida. A elevação da temperatura, acima de 24°C, causa aumento do teor de gás carbônico no mesófilo foliar e os estômatos se fecham (15, 20); a 34°C, a fotossíntese líquida torna-se nula. A figura 2 mostra que de fins de desembro a inícios de fevereiro, em decorrência da temperatura do ar e da radiação solar incidente, a temperatura das folhas poderia ter atingido valores superiores a 24°C, daí talvez a razão da queda nas taxas de crescimento. A partir dos meados de fevereiro (figura 1), o aumento da intensidade de crescimento se deveu a uma diminuição acentuada da intensidade de radiação solar e ao declínio da temperatura e não à falta de chuvas, que só começaram a diminuir em começos de março.

De meados de março em diante, as intensidades de crescimento caíram até atingir níveis mínimos, em fins de maio. Um aspecto importante a observar é que entre 18 de março e 29 de abril choveu 51 mm e as taxas de crescimento continuaram a cair, enquanto no período de 21 de janeiro a 4 de março choveu apenas 39 mm e, apesar disso, o crescimento, que estava em declínio, voltou a aumentar de intensidade, apenas com a redução da temperatura e da intensidade da radiação solar. Naquele primeiro período, esses dois fatores eram bem mais favoráveis ao crescimento do que entre 21 de janeiro e 4 de março e contudo, o comportamento observado foi o inverso. Deve-se considerar também a similaridade de crescimento entre os lotes irrigado e não-irrigado. A temperatura, de meados de março a inícios de maio, era também favorável ao crescimento, não sendo, portanto, responsável pela sua redução, da primeira data em diante.

Talvez a redução de fotoperíodo (figura 3) explique, melhor que os outros fatores, a queda nas taxas de crescimento, a partir de meados de março. Uma comparação entre as figuras 1 e 3 evidencia que as maiores taxas de crescimento se deram sob fotoperíodos superiores a 12 horas, enquanto as menores taxas são observadas em junho, julho e agosto, quando a duração do dia é de mais ou menos 11 horas. A influência do fotoperíodo sobre o crescimento do café já foi cabalmente demonstrada por BOSS (8), em condições naturais, e por PIRINGER e BORTHWICK (21), em condições experimentais; sob dias longos os ramos laterais e seus respectivos entrenós exibem alongamento bem maior do que quando os cafeeiros são submetidos a dias mais curtos. No presente estudo, os entrenós de ramos ortotrópicos e plagiortrópicos e as folhas desenvolvidas em condições de fotoperíodo longo atingiram tamanhos maiores do que quando desenvolvidos sob dias mais curtos, como se vê no quadro 1.

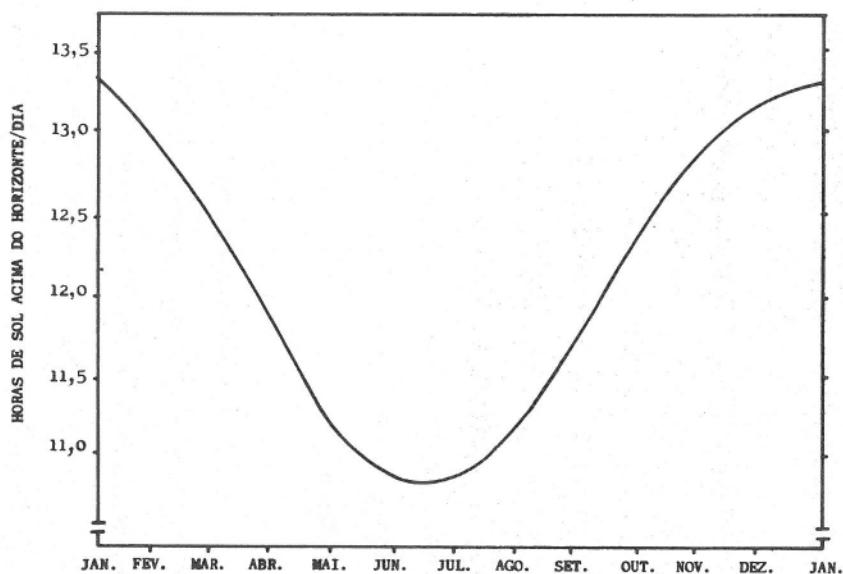


FIGURA 3 - Variação do comprimento do dia em Viçosa, durante o ano.

QUADRO 1 - Tamanhos médios finais alcançados pelos órgãos vegetativos do cafeiro, surgidos e desenvolvidos nas diversas épocas do ano, em Viçosa, MG

Órgãos	Data do aparecimento	Período de crescimento (semanas)	Tamanho final (cm ou cm ²)
Entrenós ortotrópicos	18/10/70	4	7,3
	14/01/71	5	3,7
	25/02/71	5	4,2
	08/07/71	9	2,4
Entrenós plagiotrópicos	15/10/70	4	5,2
	21/01/71	5	2,7
	25/02/71	5	3,5
	08/07/71	8	1,2
Folhas	15/10/70	6	55,0
	21/01/71	6	27,0
	18/02/71	6	46,0
	10/06/71	10	9,0

Os órgãos surgidos e desenvolvidos durante janeiro e primeira quinzena de fevereiro atingiram tamanhos menores do que os desenvolvidos nos fins de fevereiro e princípios de março, quando o fotoperíodo é um pouco menor, em virtude de que as altas temperaturas e intensidade de radiação solar naquele período causam redução no tamanho dos órgãos. Infelizmente, o efeito do fotoperíodo sobre o crescimento do café não tem sido atentamente observado em condições naturais. Em Santa Tecla, El Salvador, por exemplo, o crescimento ativo se inicia mais ou menos quatro meses antes do advento da estação das águas (23), talvez em razão do aumento do comprimento dos dias. Também em Misore e Rehovot, as curvas de crescimento se assemelham às curvas de duração do fotoperíodo (13, 17, 22).

O tronco exibiu uma periodicidade de crescimento semelhante à dos ramos ortotrópicos, plagiortrópicos primários e da área foliar formada sobre estes; diferiu apenas ao nível de crescimento em janeiro e fevereiro, que foi máximo para o tronco, enquanto o das outras partes mencionadas, apesar de estarem na fase de crescimento ativo, encontrava-se em declínio (figura 1). Aliás, CANNEL (9) e CANNEL e HUXLEY (10), no Quênia, utilizando a técnica do anelamento de ramos ou fornecendo gás carbônico marcado com C^{14} às folhas, verificaram que o sistema raiz-tronco drenava a maior parte dos assimilados, durante os períodos secos e quentes, épocas em que o crescimento dos ramos era bastante reduzido; nos períodos chuvosos, ao contrário, as extremidades dos ramos se constituíam no depósito metabólico de maior força. Em Viçosa, o máximo crescimento do tronco não poderia ocorrer durante a estação de crescimento reduzido dos ramos em vista das baixas temperaturas de junho, julho e agosto; no entanto, é possível que haja uma competição por nutrientes e/ou hormônios entre o tronco e os ramos e folhas, nos períodos mais quentes do ano. O crescimento cambial não demonstrou relação alguma com a pluviosidade, estando bastante relacionado com a temperatura, com a intensidade de radiação solar e com o fotoperíodo. Um relato mais completo desse aspecto do crescimento está sendo publicado noutro artigo (5).

Uma vez que os botões florais apareceram nos começos de maio, a queda na intensidade de crescimento, a partir da segunda quinzena de março, poderia ser atribuída à mobilização de reservas para a transformação das gemas vegetativas em floríferas. Contudo, após surgirem, as gemas florais entram em repouso ao atingirem 4,0 - 5,0 mm de comprimento e as taxas de crescimento continuam em declínio, o que demonstra serem os fatores climáticos responsáveis pela citada queda. Aliás, nem mesmo frutos em expansão, que se constituem no depósito metabólico de maior "capacidade de sucção" quando presentes (9, 10), alteram o ritmo periódico de crescimento do café, como observou BOSS (8), trabalhando com cafeeiros desprovidos de frutos e cafeeiros testemunhas com frutos.

Apesar de, aparentemente, a precipitação pluvial não se constituir fator desencadeador da passagem da fase de crescimento reduzido para a de crescimento ativo e vice-versa, isso não significa que não tenha influência sobre o crescimento do café; os maiores picos do crescimento se dão durante o período chuvoso, entre outubro e fins de dezembro. Houvesse nesse período uma seca prolongada; seria de esperar-se que o lote irrigado mostrasse melhor desenvolvimento que o lote não-irrigado.

A irrigação, de fins de dezembro a meados de fevereiro, possivelmente não surtiu efeito em virtude das altas temperaturas e intensidades de radiação solar prevalecentes na época. No período seco (junho, julho e agosto), além de o fotoperíodo estar reduzido, provavelmente também as baixas temperaturas do ar e do solo reduziram a permeabilidade das células da raiz e a expansão desse órgão (19, 20), daf a observação da não influência da irrigação no crescimento do lote irrigado.

No presente estudo foram utilizados cafeeiros provenientes de uma recepa de um ano, o que, segundo SUÁREZ DE CASTRO e RODRIGUES (25), não altera o ritmo periódico de crescimento. Trabalhando na região cafeeira da Colômbia, aqueles autores não encontraram diferenças nos picos de crescimento entre cafeeiros recepados e cafeeiros não-recepados.

4. CONCLUSÕES

O estudo do crescimento vegetativo do café Bourbon Amarelo, durante um ano, mostrou que a fase de crescimento ativo vai de setembro a meados de março e a fase de crescimento reduzido, de fins de março a começos de setembro, e que não houve diferenças na periodicidade de crescimento dos órgãos vegetativos e nem entre os lotes irrigado e não-irrigado. A maior parte do crescimento vegetativo se verificou entre começos de novembro e fins de dezembro.

Aparentemente, as baixas temperaturas dos meses de junho, julho e agosto estimulam a alta intensidade de crescimento em setembro; em outras palavras, quebram o "estado" vegetativo reduzido, levando-a, posteriormente, a alta atividade vegetativa.

A redução nas taxas de crescimento, de meados de março em diante, deve-se, possivelmente, ao advento de fotoperíodos mais curtos. Apesar de os lotes irrigado e não-irrigado terem-se comportado semelhantemente, atenção deve ser dada para o fato de que a pluviosidade também diminuiu a partir daquele período. Há pois necessidade de observações mais exatas, já que tanto dias curtos como défices d'água provocam maior síntese do inibidor ácido abscísico nas folhas (28, 29).

A distribuição das chuvas, embora não constitua fator controlador da periodicidade, tem grande importância na determinação das altas taxas de crescimento, de outubro a fins de dezembro.

A formação dos botões florais aparentemente não influenciou o crescimento periódico, pois o crescimento se manteve em declínio mesmo quando aqueles entraram em repouso.

Na estação de crescimento ativo, há uma redução do crescimento, em virtude de altas temperaturas e de intensidades de radiação solar elevadas em janeiro e fevereiro. Com a diminuição do nível desses dois fatores, há a formação de um pico secundário, em março.

O crescimento do tronco em diâmetro está altamente relacionado com a temperatura, com a intensidade de radiação solar e com o fotoperíodo. Parece que, durante os meses mais quentes do ano, o tronco concorre com os ramos e folhas por nutrientes e/ou hormônios.

5. RESUMO

Mensurações semais do crescimento vegetativo de *Coffea arabica* L. cv. Bourbon Amarelo, em Viçosa (20°45'S e 42°15'W, a 650 m acima do nível do mar), Minas Gerais, Brasil, de dezembro de 1970 a agosto de 1971, demonstraram que o café cresce em ritmo periódico, que não há diferenças na periodicidade de crescimento entre os órgãos vegetativos e que cafeeiros irrigados e não-irrigados se comportam semelhantemente.

A estação de crescimento ativo vai de setembro a meados de março e a de crescimento reduzido, de meados de março a início de setembro. Parece que as baixas temperaturas de junho, julho e agosto estimulam o crescimento ativo, a partir de setembro, enquanto os fotoperíodos curtos levam a planta a estado de crescimento vegetativo reduzido, de meados de março em diante; a precipitação pluvial parece determinar as taxas de crescimento, no período de crescimento ativo.

Há uma queda na intensidade de crescimento em janeiro e fevereiro, em decorrência talvez de altas temperaturas e intensidades de radiação solar. Sugere-se a possibilidade de uma competição por nutrientes e/ou hormônios, do tronco com ramos e folhas, nos meses mais quentes do ano.

6. SUMMARY

Influence of Climatic Factors on Growth Periodicity of Coffee (*Coffea arabica* L.). Weekly measurements of vegetative growth carried out on coffee (*Coffea arabica* L.) in Viçosa (20°45'S, 42° 15'W, elevation 650 m), Minas Gerais, Brasil, in September 1970 through August 1971, showed that the main trunk, lateral branches and leaves had a similar growth periodicity. Irrigated and nonirrigated plants behaved similarly.

The season of active growth extends from September to middle March, and the season of reduced growth from the middle of March to the beginning of September. It seems that the low temperatures prevailing in June through August prepare the plant for active growth, which starts in September. Short photoperiods may induce a state of low activity, commencing in middle March. Rainfall more likely affects the rates of growth in the season of high activity than the general pattern of seasonal periodicity. There is a decrease in the growth rate in January and February, due likely to high temperatures and radiation. There may then be a competition for nutrients and/or growth hormones between the trunk and the lateral branch system.

7. LITERATURA CITADA

1. ALEGRE, G. Climats et cafiers d'Arabie. *Agron. Trop.* 14 (1):23-58, 1959.
2. ALVIM, P.T. *Estudio de relaciones entre la planta y el agua; curso de irrigacion y avenamiento.* Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas, 1952. 49 p. (mimeografado).

3. ARAÚJO, M. de T. Efeito de época de plantio e de cultivo sobre a produção de alho (*Allium sativum* L.). Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1970. 41 p. (Tese M.S.).
4. BARROS, R.S. & MAESTRI, M. Periodicidade de crescimento em café. *Rev. Ceres*, Viçosa, 19(106):424-48, nov./dez.1972.
5. BARROS, R.S. Ritmo de crescimento do tronco do café. *Turrialba* (no prelo).1974.
6. BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA, L.J. Determinação da área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. Bourbon Amarelo). *Rev. Ceres*, Viçosa, 20(107): 44-52, jan./mar. 1973.
7. BEAUMONT, J.H. An analysis of growth and yield relationships of coffee trees in the Kona District, Hawaii. *J. Agr. Res.*, 59(3):223-35, 1939.
8. BOSS, M.L. Some environmental factors related to the growth cycle of *Coffea arabica* L. *Fla. St. Hort. Sci. Proc.*, 71:327-32, 1958.
9. CANNEL, M.G.R. Effects of fruiting, defoliation and ringbarking on the accumulation of dry matter in branches of *Coffea arabica* L. in Kenya. *Exp. Agric.* 7:63-74, 1971.
10. CANNEL, M.C.R. & HUXLEY, P.A. Seasonal differences of the pattern of assimilate movement in branches of *Coffea arabica* L. *Ann. Appl. Biol.*, 64:345-57, 1969.
11. CASTILLO, Z.J. Observaciones sobre la relacion del crecimiento del cafeto y temperatura, en condiciones de campo. *Cenicafé*, Colômbia 8(10):305-13, 1957.
12. DEAN, L.A. Relationships between rainfall and coffee yields in the Kona District, Hawaii. *J. Agri. Res.*, 59 (3):217-22, 1939.
13. GINDEL, I. Ecological behavior of the coffee plant under semi-arid conditions. *Coffee*, Turrialba, 4(14):49-63, 1962.
14. GUISCAFRE-ARRILLAGA, J. & GOMES, L.A. Effect of solar radiation intensity on the vegetative growth and yield of coffee. *J. Agr. Univ. Puerto Rico*, 36(4):73-90,1942.
15. HEATH, O.V.S. & ORCHARD, B. Midday closure of stomata; temperature effects on the minimum intercellular space carbon dioxide concentration. *Nature*, 180(4578):180-181, 1957.
16. MFARLANE, W.L. Some factors affecting growth and yield of coffee. *Turrialba*, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1949. 47 p. (Tese M.S.).

17. MAYNE, W.W. De los caracteres en el desarrollo y fructificación del *Coffea arabica* L. bajo las condiciones de la India del Sur. *Rev. Inst. Defensa Café Costa Rica*, 15(123):80-5, 1945.
18. MONTOYA, L.A.; SYLVAIN, P.G.; UMANA, R. Effect of light intensity and nitrogen fertilization upon growth differentiation balance in *Coffea arabica* L. *Coffee*, Turrialba, 3(11):97-104, 1961.
19. NUNES, M.A.; BIERHUIZEN, J.F.; PLOEGMAN, C. Studies on productivity of coffee. I. Effect of light, temperature and CO₂ concentration on photosynthesis of *Coffea arabica*. *Acta Bot. Neerl.*, 17(2):93-102, 1968.
20. NUNES, M.A. Studies on productivity of coffee. III. Differences in photosynthesis between four varieties of coffee. *Acta Bot. Neerl.*, 18(3):420-24, 1969.
21. PIRINGER, A.A. & BORTHWICK, H.A. Photoperiodic responses of coffee. *Turrialba*, 5(2):72-7, 1955.
22. RAYNER, R.W. Growth and bearing habits of *Coffea arabica* in Kenya and in Southern India. *E. Afr. Agr. J.*, 11(4): 251-55, 1949. (Original não consultado; compendiado por CRANE, J.C. & GREENTE, L. Abstracts of some of the literature pertaining to coffee. U.S. Dept. Agriculture, 1953. p. 81-83).
23. REEVES, G. & VILANOVA, T. Estudio preliminar acerca del crecimiento periodico de los cafetos. *El Café de El Salvador*, 18(212):1085-92, 1948.
24. SANDERS, F.R. & WAKEFIELD, A.J. *Coffee cultivation with special reference to the Northern Province Tanganyika Territory*. Department of Agriculture Tanganyika Territory, 1932. (Pamphlet n° 7).
25. SUÁREZ DE CASTRO, F. & RODRIGUES, G.A. Relación entre el crecimiento del cafeto y algunos factores climáticos. *Boletín Técnico, Fec. Nac. Cafeteros*, Colombia, 2(16): 1-13, 1956.
26. VASUDEVA, N. Preliminary studies on the growth of coffee leaves. *Indian Coffee*, 31(8):5-6, 1967.
27. WAKEFIELD, A.J. *Arabica coffee, periods of growth and seasonal measures* (s.l.) Tanganyika Territory Dept. Agriculture, 1933. 16 p. (Pamphlet n° 9).
28. WAREING, P.F. Dormancy in plants. *Sci. Progr.*, 54:529-37, 1965.
29. WRIGHT, S.T.C. & HIRON, R.W.P. Abscisic acid, the growth inhibitor induced in detached wheat leaves by a period of wilting. *Nature*, 224:719-20, 1969.