

EFEITOS DO VENTO SOBRE MUDAS DE CAFEIEIRO MUNDO NOVO E CATUAÍ VERMELHO¹

PAULO HENRIQUE CARAMORI², JOSÉ CARLOS OMETTO,
NILSON AUGUSTO NOVA³ e JOSÉ DIAS COSTA⁴

RESUMO - Foram submetidas mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) cultivares Mundo Novo LCMP 376-4 e Catuaí Vermelho H 2077-2-5-81, cultivadas em condições de viveiro, às velocidades médias de vento de 1, 2 e 3 m.s⁻¹, em confronto com mudas que se desenvolveram sob o fluxo natural no interior do viveiro, cujo valor médio foi de 0,08 m.s⁻¹. O experimento durou 40 dias, sendo feitas avaliações de crescimento, consumo de água e danos mecânicos. Os principais resultados obtidos foram: 1. Menores incrementos de altura, comprimento dos internódios, número e comprimento de ramos plagiotrópicos, peso de matéria seca e área foliar, a partir da velocidade média de 2 m.s⁻¹. Houve, também, acentuada redução da taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo a partir desta velocidade. 2. Nas plantas expostas a 1 e 2 m.s⁻¹, a cultivar Catuaí apresentou maior taxa de transpiração, peso de matéria seca e taxa de assimilação líquida, provavelmente por conseguir suprir melhor a demanda evaporativa. 3. Os danos mecânicos acentuaram-se com o aumento da velocidade do vento, tornando-se severos nas plantas submetidas a 2 e 3 m.s⁻¹.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, análise de crescimento, transpiração.

WIND EFFECTS ON YOUNG COFFEE PLANTS 'MUNDO NOVO' AND 'CATUAÍ VERMELHO'

ABSTRACT - Young coffee (*Coffea arabica* L.) plants, cultivars Mundo Novo LCMP 376-4 and Catuaí Vermelho H 2077-2-5-81 grown under nursery conditions were exposed to mean wind speeds of 1, 2 and 3 m.s⁻¹ and were compared with seedlings under natural nursery conditions, where the mean wind speed was 0.08 m.s⁻¹. The experiment was carried out in 40 days, and estimations were made of growth, water consumption and mechanical damage. The main results obtained were: 1. Less increase in plant height, length of internodes, number and length of plagiotropic branches, dry matter weight, leaf area, net assimilation rate and relative growth rate starting from mean wind speed of 2 m.s⁻¹. 2. For the plants exposed to wind speeds of 1 and 2 m.s⁻¹, the cultivar Catuaí presented higher transpiration rate, greater dry matter weight and higher net assimilation rate, probably because the evaporative demand was met to a greater extent. 3. Mechanical damage was stressed by the increase in wind speed, becoming severe in plants exposed to 2 and 3 m.s⁻¹.

Index terms: *Coffea arabica*, growth analysis, transpiration.

INTRODUÇÃO

Os efeitos do vento sobre as plantas cultivadas têm sido estudados ao longo dos últimos anos (Eimern 1964, Chang 1974, Mota 1979). De acordo com os danos provocados às plantas expostas, é possível caracterizar a atuação do vento quanto aos seus efeitos diretos e indiretos (Instituto Brasi-

leiro do Café 1979). Em cafeeiros, os efeitos diretos do vento são mais pronunciados em plantas com até dois anos de plantio no campo, e se evidenciam através de ferimentos na região do colo — causados pelo atrito com o solo — e lesões nas folhas, flores e frutos. Os efeitos indiretos se caracterizam através da ocorrência de ferimentos nas folhas e ramos, permitindo a penetração de patógenos, destacando-se a mancha-aureolada (*Pseudomonas garcae*) e a requeima (*Phoma* spp). (Instituto Brasileiro do Café 1979).

São poucos os trabalhos existentes acerca dos efeitos do vento em cafeeiros, havendo carência de informações, particularmente quanto aos efeitos diretos.

O presente trabalho tem como objetivos quantificar os efeitos de diferentes velocidades de vento sobre mudas de cafeeiro Mundo Novo e Catuaí

¹ Aceito para publicação em 5 de fevereiro de 1986. Trabalho apresentado à ESALQ/USP, para obtenção do título de Mestre em Agrometeorologia.

² Eng. - Agr., M.Sc., Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Caixa Postal 1331, CEP 86100 Londrina, PR.

³ Eng. Agr., Prof. Livre-Docente, Dep. de Física e Meteorologia da ESALQ/USP, Caixa Postal 09, CEP 13400 Piracicaba, SP.

⁴ Eng. - Agr., Prof.-Assist. Dr., Dep. de Fitotecnia da ESALQ/USP.

Vermelho, em idade adequada ao plantio no campo, e avaliar o comportamento das duas cultivares nesta fase.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi desenvolvido em viveiro do tipo ripado, do Departamento de Agricultura e Horticultura, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP, cujas coordenadas geográficas são 22°42'S, 47°38'W e 546 m de altitude. Foram utilizadas as cultivares Mundo Novo LCMP 376-4 e Catuaí Vermelho H 2077-2-5-81, com, aproximadamente, um ano de idade, acondicionadas em recipientes de 32 cm de altura por 30 cm de largura e 18 cm de diâmetro.

Como fonte de vento, foram utilizados quatro ventiladores comerciais, com hélice de 40 cm de diâmetro. Os ventiladores oscilantes foram acionados de forma que as mudas recebiam pulsos de vento a intervalos de tempo constantes. As velocidades médias de vento foram caracterizadas tomando-se medidas a 45 cm de altura (parte média das plantas), mantendo-se um anemômetro fixo em frente ao fluxo de ar. Variando-se a distância do anemômetro em relação à hélice do ventilador, foram determinadas as velocidades médias de 3 m.s⁻¹, 2 m.s⁻¹ e 1 m.s⁻¹. Para cada ventilador, foram determinados dois pontos de ocorrência destas velocidades, nos quais distribuiu-se uma muda de cada cultivar.

Como padrão de comparação (testemunha) foram distribuídas seis mudas de cada cultivar, em local do viveiro onde não havia influência dos ventiladores. Junto a estas plantas instalou-se um anemômetro, verificando-se durante o período experimental um valor médio diário de 0,08 m.s⁻¹, com mínimo de 0,04 m.s⁻¹ e máximo de 0,14 m.s⁻¹.

Diariamente, os ventiladores foram acionados às 7 h e desligados às 17 h. O experimento foi conduzido por 40 dias, em fevereiro e março de 1981.

O crescimento das plantas foi avaliado através dos incrementos de: altura, número de ramos plagiotrópicos, comprimento dos ramos plagiotrópicos, número dos internódios dos ramos ortotrópicos, comprimento dos internódios dos ramos ortotrópicos, diâmetro do caule a 2 cm do solo, área foliar e massa seca. No final do experimento, determinou-se a taxa de crescimento relativo e a taxa de assimilação líquida (Watson 1952).

Os danos foram avaliados através de notas subjetivas, utilizando-se uma escala variando de 1 a 10, correspondendo 1 às plantas com todas as folhas lesionadas, e 10, às plantas sem nenhum dano.

Mediu-se também a transpiração das plantas, utilizando-se o seguinte procedimento: no início do experimento foram irrigadas abundantemente todas as plantas; após cessar o escoamento do excesso de água, os recipientes foram revestidos por sacos de plástico, cuja abertura foi vedada junto ao caule das mudas. Em cada recipiente introduziu-se, através do plástico, um tubo de 12,5 mm de diâ-

metro e 10 cm de comprimento, fixado paralelamente à parte externa dos recipientes, e através do qual foi feito o fornecimento de água às plantas. A primeira irrigação foi idêntica para todas as plantas, fornecendo-se 1.500 cm³ por recipiente, suficiente para formar uma lâmina de, aproximadamente, 5 cm de altura, no fundo dos sacos de plástico. Esta lâmina foi mantida uniforme, através do fornecimento de água, sempre que necessário. Após quinze dias, encerraram-se as medições, em vista do surgimento de deficiência de ferro, decorrente do encharcamento do solo. A água restante nos sacos plásticos foi medida e descontada do total fornecido durante o período. A transpiração foi medida em gramas de água transpirada, por decímetro quadrado de área foliar, por dia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os incrementos médios de altura, número e comprimento de internódios dos ramos ortotrópicos, número de ramos plagiotrópicos e comprimento de ramos plagiotrópicos. Analisando-se os dados de altura de plantas, verifica-se que ambas as cultivares apresentaram acentuada redução sob as velocidades de 2 e 3 m.s⁻¹. Esta redução foi acompanhada de uma diminuição no comprimento médio dos internódios dos ramos ortotrópicos, enquanto o número de internódios não foi afetado pelas diferentes velocidades de vento. Este comportamento aparentemente caracteriza uma forma de adaptação da planta, visando melhor suportar o estresse mecânico provocado pelo vento, tornando-se mais compacta e menos flexível.

Quanto ao número de ramos plagiotrópicos emitidos, somente as plantas da cultivar Catuaí expostas a 2 e 3 m.s⁻¹ apresentaram uma sensível redução. Entretanto, as duas cultivares tiveram uma acentuada diminuição no comprimento dos ramos plagiotrópicos sob 2 e 3 m.s⁻¹. O menor comprimento de ramos das plantas expostas às maiores velocidades de vento deu-se, em parte, por causa da redução no comprimento dos internódios, e em parte por causa da redução no número de ramos emitidos.

Com relação ao diâmetro do caule, os valores médios obtidos são apresentados na Tabela 2. Verifica-se que o maior incremento médio se deu nas plantas expostas à velocidade média de 1 m.s⁻¹. No caso da cultivar Mundo Novo, o menor incremento ocorreu na testemunha, enquanto para a cultivar Catuaí isto se deu nas plantas expostas a

3 m.s⁻¹. A tendência de aumento no diâmetro do caule das plantas em resposta ao estímulo mecânico de vento tem sido observada por alguns autores (Larson 1965, Lovelius 1973), que apresentam os mesmos resultados aqui relatados.

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios de incremento de área foliar e massa seca da parte aérea e sistema radicular. Pode-se observar uma tendência decrescente de área foliar nas duas cultivares, à medida que aumentou a velocidade do vento. Com relação à massa seca da parte aérea e sistema radicular, verifica-se uma significativa redução nas plantas expostas a 2 e 3 m.s⁻¹. No caso específico da cultivar Catuaí, os maiores valores médios foram observados nas plantas expostas ao vento de 1 m.s⁻¹.

Os valores médios da transpiração, em g.dm⁻².d⁻¹, são apresentados na Fig. 1. Nota-se que, para as testemunhas, a cultivar Mundo Novo apresentou maior taxa de transpiração por decímetro quadrado de área foliar. Quando expostas ao vento de 1 m.s⁻¹, a cultivar Catuaí aumentou bruscamente a transpiração, enquanto a cultivar Mundo Novo apresentou apenas ligeiro aumento. Sob a velocidade média de 2 m.s⁻¹, a cultivar Catuaí apresentou novamente uma taxa média de transpiração superior à da cultivar Mundo Novo, embora o incremento verificado em relação a 1 m.s⁻¹ tenha sido pequeno, o que sugere controle estomatal. Quando submetidas a 3 m.s⁻¹, ambas as cultivares tiveram reduzida sua taxa de transpiração, em parte por causa do controle estomatal e em parte por causa dos danos mecânicos das folhas. Resultados semelhantes aos aqui obtidos são relatados por Martin & Clements (1935) com plantas de girassol. De acordo com Seybold (1929, 1931, 1932, 1933), citado por Chang (1974), reduções acentuadas de transpiração sob velocidades de vento elevadas ocorrem nas plantas que apresentam transpiração predominantemente estomática, ao contrário das que possuem transpiração cuticular.

Os valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) são apresentados nas Fig. 2 e 3, respectivamente. Analisando-se a TCR, observa-se que a cultivar Catuaí sempre apresentou valores superiores aos da cultivar Mundo Novo, sendo que as maiores diferenças ocorreram nas plantas expostas a 1 e 2 m.s⁻¹.

TABELA 1. Incrementos médios de altura (cm), número de internódios dos ramos ortotrópicos, comprimento de internódios dos ramos ortotrópicos (cm), número de ramos plagiotrópicos e comprimento de ramos plagiotrópicos (cm), com respectivos valores de desvio-padrão da média, para as cultivares Mundo Novo (MN) e Catuaí (CT).

Velocidade (m.s ⁻¹)	Altura		Número de internódios		Comprimento de internódios		Número de ramos plagiotrópicos		Comprimento de ramos plagiotrópicos	
	MN	CT	MN	CT	MN	CT	MN	CT	MN	CT
3	6,4 ± 1,8	9,2 ± 0,9	1,7 ± 0,4	1,7 ± 0,4	2,4 ± 0,8	1,7 ± 1,0	3,5 ± 0,9	2,2 ± 1,1	39,1 ± 8,4	29,1 ± 10,7
2	5,6 ± 1,1	7,5 ± 0,9	1,5 ± 0,5	1,2 ± 0,4	2,5 ± 0,5	2,9 ± 0,6	3,0 ± 1,0	2,5 ± 0,9	41,2 ± 8,7	40,1 ± 2,4
1	9,2 ± 1,9	11,1 ± 2,2	1,7 ± 0,4	1,7 ± 0,4	4,5 ± 0,5	4,3 ± 0,5	3,5 ± 0,9	3,5 ± 0,9	64,6 ± 9,4	43,7 ± 5,4
0,08	9,9 ± 1,4	9,9 ± 2,3	1,7 ± 0,5	2,2 ± 0,4	5,1 ± 1,1	4,4 ± 0,6	3,0 ± 1,0	4,0 ± 0,6	65,0 ± 8,9	56,0 ± 5,6

TABELA 2. Incrementos médios de diâmetro do caule (mm) de mudas de cafeeiros, cultivares Mundo Novo (MN) e Catuaí Vermelho (CT) e respectivos valores de desvio-padrão da média.

Velocidade média (m.s ⁻¹)	Diâmetro do caule (mm)	
	MN	CT
3	1,72 ± 0,07	1,25 ± 0,13
2	1,73 ± 0,26	1,51 ± 0,16
1	1,99 ± 0,29	2,19 ± 0,25
0,08 (testemunha)	1,44 ± 0,13	1,40 ± 0,37

TABELA 3. Incrementos médios de área foliar (dm²), massa seca da parte aérea e sistema radicular (gramas) de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho e respectivos valores de desvio-padrão da média.

Velocidade média (m.s ⁻¹)	Área foliar		Massa seca da parte aérea		Massa seca das raízes	
	MN	CT	MN	CT	MN	CT
	3	2,59 ± 1,37	4,47 ± 0,89	4,4 ± 1,5	4,6 ± 1,2	1,6 ± 1,5
2	4,43 ± 1,78	6,30 ± 0,90	5,4 ± 2,0	6,6 ± 0,4	1,5 ± 0,5	2,3 ± 0,4
1	8,29 ± 1,64	8,20 ± 1,56	7,7 ± 0,8	8,4 ± 0,8	2,3 ± 0,4	3,4 ± 1,0
0,08 (testemunha)	10,31 ± 1,33	10,58 ± 1,47	8,1 ± 1,3	8,1 ± 1,0	1,6 ± 0,5	1,5 ± 1,0

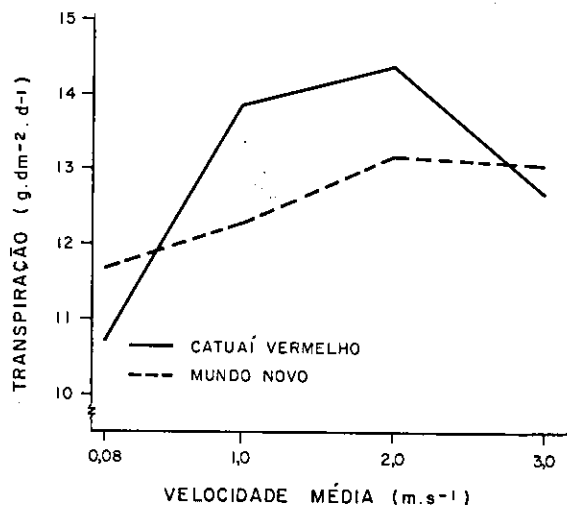


FIG. 1. Transpiração média de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho.

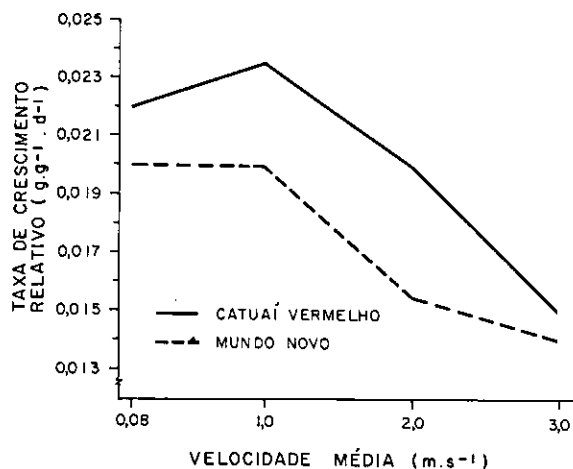


FIG. 2. Valores da taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho.

Diversos trabalhos têm evidenciado que para cada espécie ou variedade existe uma velocidade de vento na qual o crescimento é otimizado, em função do suprimento adequado de CO₂ (Deneke 1931, Wilson & Wadsworth 1958, Wadsworth 1959). No presente caso, os valores da TCR obtidos indicam que a velocidade ótima para o crescimento da cultivar Mundo Novo, nas condições em que o experimento foi conduzido, é inferior à velocidade ótima de crescimento da cultivar Catuaí.

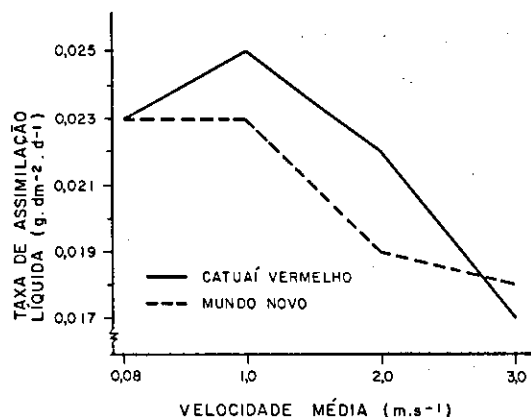


FIG. 3. Valores médios da taxa de assimilação líquida (TAL) de mudas de café, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho.

Considerando-se a TAL, verifica-se que as testemunhas das duas cultivares apresentaram valores médios idênticos. Quando submetidas às velocidades médias de 1 e 2 m.s⁻¹, a TAL apresentada pela cultivar Catuaí foi superior à apresentada pela cultivar Mundo Novo.

É interessante verificar que quando expostas a 1 e 2 m.s⁻¹, as plantas da cultivar Catuaí também apresentaram maior taxa de transpiração. Este fato sugere que a cultivar Catuaí teve melhores condições de suprir a demanda evaporativa sob estas velocidades de vento, e assim pode permanecer com maior abertura estomatal, podendo, desta forma, apresentar uma assimilação de CO₂ superior.

Deve-se salientar que sob as velocidades de 2 e 3 m.s⁻¹, tanto a TCR como a TAL foram drasticamente reduzidas, o que evidencia um efeito extremamente prejudicial do vento. Esta redução pode também ser atribuída ao aumento da taxa respiratória das plantas. Todd et al. (1972) observaram aumentos consideráveis na taxa respiratória de diversas espécies, de acordo com o aumento da velocidade do vento, e atribuem a este fator grande parcela das perdas de produção ocorridas em áreas muito expostas ao vento.

Analisando-se a avaliação dos danos ocorridos nas duas cultivares, conclui-se que não houve diferença marcante, sob o aspecto visual, nas três velocidades de vento estudadas (Tabela 4). Observa-se que os danos mecânicos se acentuaram com o aumento da velocidade do vento, tornando-se severos nas plantas submetidas a 2 e 3 m.s⁻¹.

TABELA 4. Notas médias de dano provocado pelo vento em mudas de café, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho.

Velocidade média (m.s ⁻¹)	Mundo Novo	Catuaí Vermelho
3	3,2	3,4
2	5,5	4,7
1	8,7	8,0
0,08 (testemunha)	10,0	10,0

CONCLUSÕES

1. A partir da velocidade média de 2 m.s⁻¹, as plantas apresentaram acentuada redução nos incrementos de altura, comprimento dos internódios, comprimento de ramos plagiotrópicos, massa seca, taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo, o que caracteriza um efeito prejudicial do vento.

2. O diâmetro do caule teve maiores incrementos nas plantas expostas a 1 e 2 m.s⁻¹, em resposta ao estímulo mecânico do vento.

3. Os incrementos de área foliar diminuíram à medida que aumentou a velocidade do vento.

4. Quando as plantas foram submetidas às velocidades médias de 1 e 2 m.s⁻¹, a cultivar Catuaí apresentou maior taxa de transpiração e, coerentemente, maior massa seca e taxa de assimilação líquida que a cultivar Mundo Novo, provavelmente por conseguir suprir melhor a demanda evaporativa, podendo, desta forma, permanecer com maior número de estômatos abertos.

5. Os danos mecânicos se acentuaram com o aumento da velocidade do vento, tornando-se severos nas plantas submetidas a 2 e 3 m.s⁻¹.

REFERÊNCIAS

- CHANG, J.H. Climate and agriculture; an ecological survey. Chicago, Aldine, 1974.
- DENEKE, H. Über den Einfluss bewegter Luft and die Kohlensäureassimilation. *Jahrb. Wiss. Bot.*, 74: 1-32, 1931.
- EIMERN, J. van; KARSCHON, R.; RAZUMOVA, L.A.; ROBERTSON, G.W. Windbreaks and shelterbelts. s.l., World Meteorol. Org., 1964. 188p. (Technical note, 59)

- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, Rio de Janeiro, RJ. *Cultura do café no Brasil*. Rio de Janeiro, IB-CERCA, 1979. 312p.
- LARSON, P.R. Stem formation of young *Lartix* as influenced by wind and pruning. *For. Sci.*, 11:412-24, 1965.
- LOVELIUS, N.B. Wind direction and plant growth. *Geogr. Ova. SSR*, 105(4):365-7, 1973.
- MARTIN, E.V. & CLEMENTS, F.E. Studies on the effect of artificial wind on growth and transpiration in *Helianthus annuus*. *Plant Physiol.*, 10:613-36, 1935.
- MOTA, F.S. da. *Meteorologia agrícola*. São Paulo, Nobel, 1979. 376p.
- TODD, E.W.; CHADWICK, D.L.; TSAI, S.O. Effects of wind on plant respiration. *Physiol. Plant.*, 27(3): 342-6, 1972.
- WADSWORTH, R.M. An optimum wind speed for plant growth. *Ann. Bot.*, London, 23(89):195-9, 1959.
- WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agron.*, 4:101-45, 1952.
- WILSON, J.W. & WADSWORTH, R.M. The effect of wind on assimilation rate; a re-assessment. *Ann. Bot.*, London, 22(86):285-90, 1958.