CARACTERIZAÇÃO DOS EFEITOS DO VENTO SOBRE MUDAS DE CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) cv. MUNDO NOVO E CATUAÍ VERMELHO

PAULO HENRIQUE CARAMORI

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ CARLOS OMETTO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agrometeorologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
- 1981 -

Def. 82

AOS PROFESSORES DR. JOSÉ CARLOS OMETTO
E DR. NILSON AUGUSTO VILLA NOVA

HOMENAGEM ESPECIAL

A meus pais,
irmãos,
e amigos

D E D I C O

ã minha esposa Sandra,
meus filhos Samantha,
e Thiago

O F E R E Ç O

A G R A D E C I M E N T O S

Desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

- Aos Professores Dr. José Carlos Ometto e Dr. Nilson Augusto Villa Nova, pela orientação segura, amizade e apoio constante recebido durante o transcorrer do curso;
- Ao Professor Dr. José Dias Costa, pelo precioso apoio e orientação na condução do experimento;
- A todos os Professores do Departamento de Física e Meteorologia, pelos valiosos ensinamentos que me transmitiram;
- Ao Departamento de Agricultura e Horticultura, pelo total apoio recebido durante a condução do experimento;
- Aos Professores dos demais Departamentos que contribuíram para a minha formação;
- Ao Salvador , José Carlos , Paulo e Valdemar , funcionários do Departamento de Agricultura e Horticultura, pela ajuda na condução do experimento;
- Aos amigos Flávio Gilberto Herter e Malaquias da Silva Amorim Neto, pela amizade sincera, apoio e convívio agradável;
- A Sr.^a Aurea B. Michelloto, pelo Summary e revisão do texto;
- A todos os funcionários do Departamento de Física e Meteorologia, pelo apoio recebido;

- À Fundação Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR - por ter me proporcionado a oportunidade de realizar este curso;
- À EMBRAPA , pelo auxílio concedido;
- A todos os colegas do Curso de Pós-Graduação em Agrometeorologia;
- A todos aqueles cujos nomes não foram aqui citados, mas que de alguma forma contribuíram para que este trabalho pudes-se ser realizado.

Í N D I C E

	Pág.
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	3
3 - MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 - Material	13
3.1.1 - Local do Experimento	13
3.1.2 - Cultivares Estudadas	14
3.1.3 - Ventiladores Utilizados	15
3.1.4 - Abrigos dos Ventiladores	16
3.1.5 - Instrumental Utilizado	17
3.1.5.1 - Anemômetros	17
3.1.5.2 - Termohigrógrafo	18
3.2 - Métodos	18
3.2.1 - Produção das Mudas	18
3.2.2 - Tratamento Fitossanitário	19
3.2.3 - Duração do Experimento	19
3.2.4 - Delineamento Experimental	20
3.2.5 - Caracterização das Velocidades Médias de vento	20
3.2.5.1 - Plantas expostas ao fluxo artificial	20

	Pág.
3.2.5.2 - Plantas expostas ao fluxo natural .	22
3.2.6 - Medida da Transpiração	22
3.2.7 - Avaliação do Crescimento das Plantas.	24
3.2.7.1 - Altura das plantas	25
3.2.7.2 - Número de ramos plagiotrópicos	25
3.2.7.3 - Comprimento total dos ramos plagiotrópicos	25
3.2.7.4 - Número de internódios dos ramos ortotrópicos	25
3.2.7.5 - Comprimento dos internódios dos ramos ortotrópicos	26
3.2.7.6 - Diâmetro do caule	26
3.2.7.7 - Área foliar	26
3.2.7.8 - Peso de matéria seca	26
3.2.7.9 - Taxa de crescimento relativo	27
3.2.7.10 - Taxa de assimilação líquida	27
3.2.8 - Avaliação dos Danos Ocorridos às Plantas	28
4 - RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO	29
4.1 - Altura das Plantas	29
4.2 - Número de Ramos Plagiotrópicos	35
4.3 - Comprimento Total dos Ramos Plagiotrópicos.	38
4.4 - Número de Internódios dos Ramos Ortotrópicos	42

4.5 - Comprimento dos Internódios dos Ramos Ortotrópicos	44
4.6 - Diâmetro do Caule	46
4.7 - Área Foliar	49
4.8 - Peso de Matéria Seca	53
4.8.1 - Peso de Matéria Seca da Parte Aérea .	53
4.8.2 - Peso de Matéria Seca do Sistema Ra- dicular	56
4.8.3 - Peso Total de Matéria Seca	59
4.9 - Transpiração	61
4.10 - Taxa de Crescimento Relativo	66
4.11 - Taxa de Assimilação Líquida	68
4.12 - Avaliação dos Danos Ocorridos às Plantas ..	70
5 - CONCLUSÕES	73
6 - LITERATURA CITADA	75
7 - APÊNDICE	79

CARACTERIZAÇÃO DOS EFEITOS DO VENTO SOBRE MUDAS DE
CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) cv. MUNDO NOVO E
CATUAÍ VERMELHO

PAULO HENRIQUE CARAMORI

JOSÉ CARLOS OMETTO
Orientador

R E S U M O

No presente experimento, submeteu-se mudas de cafeeiros, cultivares Mundo Novo LCMP 376-4 e Catuaí Vermelho H 2077-2-5-81, em condições de viveiro, às velocidades médias de vento de 1,0, 2,0 e 3,0 m.s^{-1} , obtidas a partir de ventiladores comerciais acionados em posição oscilante, 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 foi conduzido por 40 dias, sendo que durante este período foram 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 me

dia de $2,0 \text{ m.s}^{-1}$. Houve também acentuada redução da taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo a partir desta velocidade.

- 2 - Nas plantas expostas a $1,0$ e $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, 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 se acentuaram com o aumento da velocidade do vento, tornando-se severos nas plantas submeti - das a $2,0$ e $3,0 \text{ m.s}^{-1}$.

CARACTERIZATION OF SOME WIND EFFECTS ON YOUNG COFFEE
PLANTS (*Coffea arabica* L.) cv. "MUNDO NOVO" AND "CA
TUAÍ VERMELHO"

PAULO HENRIQUE CARAMORI

JOSÉ CARLOS OMETTO
Advisor

SUMMARY

In the present experiment, young coffee plants of cultivars Mundo Novo LCMP 376-4 and Catuaí Vermelho H-2077-2-5-81, under nursery conditions, were exposed to mean wind speeds of 1.0, 2.0 and 3.0 m.s⁻¹ from oscillating commercial electric fans, and were compared with plants developed under natural nursery conditions, where the mean wind speed was 0.08 m.s⁻¹.

The experiments was carried out in 40 days, and estimations were made of growth, water consumption and mechanical damage for the period.

The main results obtained were:

- a - 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 2.0 m.s^{-1} .

- b - For the plants exposed to wind speeds of 1.0 and 2.0 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.
- c - Mechanical damage was stressed by the increase in wind speed, becoming severe in plants exposed to 2.0 and 3.0 m.s^{-1}

1 - INTRODUÇÃO

A necessidade de plantio das lavouras cafeeiras em encostas elevadas, para se evitar os efeitos do acúmulo de ar frio durante a ocorrência de geadas, tem acentuado os danos provocados pelos ventos dominantes.

Os efeitos diretos do vento sobre os cafeeiros são mais pronunciados em lavouras jovens, durante o 1º e 2º ano após o plantio no campo. Isto se dá principalmente em função da forma de plantio, na qual o colo das plantas é posicionado ao nível da superfície do solo. O vento, ao entrar em contato com as plantas, transfere a elas uma certa quantidade de movimento, fazendo com que o colo das plantas entre em atrito com o solo ao redor, o que após algum tempo provoca o ferimento dos tecidos da casca, impedindo a circulação descendente de seiva para as raízes. Este tipo de dano tem sido

frequentemente observado em condições de campo e é vulgarmente conhecido como "canela-de-vento". Outros efeitos diretos compreendem principalmente lesões de folhas, flores e frutos, especialmente quando se dá o deslocamento de massas frias, que ao entrarem em contato com os tecidos da planta, transferem a eles um estado energético abaixo do nível mínimo tolerável, o correndo a chamada "geada-de-vento".

Já os efeitos indiretos se caracterizam através da ocorrência de ferimentos nas folhas e ramos, os quais são vias de penetração para doenças, como por exemplo, a Mancha aureolada (VIANA *et alii*, 1978 ; CARDOSO e MOHAN, 1979 ; GUIMARÃES e VIANA, 1979).

Os trabalhos existentes na literatura, acerca dos efeitos do vento em cafeeiros são escassos, havendo uma e norme carência de informações, particularmente no que diz respeito aos efeitos diretos do vento.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo quantificar os efeitos de diferentes velocidades de vento sobre mudas de cafeeiro cv. Mundo Novo e Catuai Vermelho, em idade adequada ao plantio no campo, e também avaliar comparativamente o comportamento das duas cultivares nesta fase.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Devido à sua forma complexa de atuação, o vento assume um papel importante nos mecanismos destinados a serem utilizados no controle da produção agrícola. Dentro dessas intenções, encontra-se uma série de pesquisas, a começar por DARWIN (1881), que estava interessado em saber qual a influência da ação mecânica do vento sobre o crescimento de plantas. Simulando ação do vento, estimulava manualmente plantas de ervilha, concluindo que essa providência provocava alterações, tanto na direção, como em seu crescimento total. DARWIN concluiu baseado em resultados ocorridos, sem todavia quantificar a energia transferida. Mas, se DARWIN preocupava-se com o efeito mecânico do vento, COPELAND (1906) 25 anos depois, preocupava-se com a perda d'água causada por vento de $2,2 \text{ m.s}^{-1}$, que provocava um acréscimo de 100% na transpiração de coqueiros a pleno sol. Essa informação veio a provocar estudos por parte

de BRIGGS e SHANTZ (1916.a , 1916.b), com utilização de diversos parâmetros meteorológicos, no propósito da tentativa de quantificação da transpiração, devida a Radiação Solar, temperatura, déficit de saturação e vento. Trabalhando com diversas espécies de plantas, concluíram que somente 2 a 6% da água perdida pela planta poderia ser atribuída ao vento. Em 1928 , FINNELL em condições de laboratório, aplicou artificialmente vento de $6,7 \text{ m.s}^{-1}$ sobre Cravo de defunto (*Tagetes minuta*), ininterruptamente durante 60 dias. Analisando o material após esse período, em confronto com testemunhas, concluiu que foi reduzida em aproximadamente 50% a produção de matéria seca, e esta, por sua vez necessitou de um aumento de 100% da quantidade de água por unidade formada, demonstrando claramente dessa maneira, que a velocidade de permanência de água na planta foi diminuída. Quanto ao aspecto anatômico de resposta da planta ao estímulo do vento, CHANG (1974) levanta uma série de trabalhos realizados por SEYBOLD em 1929 , 1931 , 1932 e 1933 , em diversas essências, nas quais SEYBOLD afirma que a maior influência do vento é sobre a transpiração cuticular em detrimento da estomatal, isto é, caracterizando uma maior atividade de aspecto físico, que de aspecto fisiológico para a atuação do vento. Dessa maneira ele conclui que somente as plantas com possibilidade de elevada transpiração cuticular poderiam apresentar um aumento apreciável na transpiração, resultante da ação do vento.

DENEKE (1931) , ensaiou em um túnel de vento com ar adicionado de CO_2 , de concentração conhecida, diversas velocidades de vento sobre folhas de *Thuja gigantea* , *Nerium oleander* , *Tradescantia pendula* , *Cereus tetragonus* , *Polytrichum* sp. e *Avena sativa*, determinando que a taxa fotossintética tem seu limite máximo para uma velocidade de vento em torno de $1,6 \text{ m.s}^{-1}$.

Em um estudo realizado em 1935, MARTIN e CLEMENTS, procuraram analisar as consequências morfológicas ocorridas durante o período de crescimento em Girassol (*Helianthus annuus*) , quando submetido a diferentes velocidades de vento , e mantendo-se constante o suprimento de água. A análise da área foliar, altura, diâmetro do caule e peso da matéria seca, mostrou que todos esses parâmetros decresceram quando aumentada a velocidade do vento. Ainda sobre o trabalho de MARTIN e CLEMENTS, esses autores encontraram alterações anatômicas consideráveis, especialmente no xilema, que apresentou uma redução proporcional ao aumento da velocidade do vento. Concluíram ainda que o fechamento dos estômatos se dava em parte devido ao controle fisiológico da planta afim de não perder água, e em parte devido a ação mecânica do vento na superfície da folha.

WHITEHEAD (1957) , utilizou plantas de milho em seus ensaios. O milho é uma planta de rápido crescimento, e portanto, utiliza elevado volume de água. O autor expôs plantas de milho ao vento com velocidade constante de $13,4 \text{ m.s}^{-1}$ du

rante 40 dias, e confrontou os resultados com plantas de milho colocadas fora da ação desse vento. O confronto mostrou que as plantas sujeitas ao vento de $13,4 \text{ m.s}^{-1}$, tiveram suas folhas aumentadas em comprimento, espessura, número de nervuras secundárias e número de estômatos por mm^2 , sendo esses de menor seção. O vento provocou ainda um aumento no déficit em água nas folhas, mesmo quando as raízes estavam supridas em água adequadamente, devido ao fato de que a perda das folhas foi maior que a absorção radicular. As variações anatômicas ocorridas tiveram a função de adaptar as plantas às condições adversas a que foram submetidas. Assim, por exemplo, o aumento da espessura das folhas e do número de nervuras conferiu maior resistência aos efeitos mecânicos. Já o aumento no número de estômatos, com conseqüente diminuição no tamanho de cada um deles, foi uma alteração destinada a controlar melhor a perda de água.

Trabalhando em hortaliças, WADSWORTH (1958), utilizou o nabo (*Brassica napus*) em seus ensaios, relativos à variação de crescimento do vegetal sob a ação do vento, com diversas velocidades, em túnel de vento. Ele encontrou que a taxa de crescimento relativo respondia em proporcionalidade inversa à velocidade do vento, e que a velocidade ótima de crescimento, situava-se em torno de $0,3 \text{ m.s}^{-1}$. Deve-se notar que esse valor encontrado é significativamente inferior ao indicado por Deneke, como sendo $1,4$ a $1,6 \text{ m.s}^{-1}$. Deve-se também, considerar que o nabo é uma planta de baixo porte, portanto seu

meio ambiente é mais próximo ao solo, local de menor velocidade de vento, haja visto o vento ter uma distribuição exponencial crescente a partir de superfície do solo. Essa condição do nabo desenvolver-se junto à superfície do solo, explica o fato de melhor se adaptar a baixas velocidades do vento.

Em 1961, o mesmo WHITEHEAD, utilizou plantas de Girassol, e as expôs às velocidades de vento de $0,45 \text{ m.s}^{-1}$, $4,0 \text{ m.s}^{-1}$, $8,5 \text{ m.s}^{-1}$ e $14,75 \text{ m.s}^{-1}$ durante o período de 30 dias. Constatou que a área foliar das plantas expostas à menor velocidade de vento foi muito superior à das plantas expostas à maior velocidade. A matéria seca produzida, também nesse caso, teve um comportamento inversamente proporcional à velocidade do vento em relação à parte aérea, o que não chegou a ser verdade para o sistema radicular. Isto era esperado, pois para a grande perda de água no sistema foliar, é evidente que a adaptação da planta às aquelas condições adversas, seria a de procurar aumentar a superfície de captação de água. Observou também que a planta se torna menor com o aumento da velocidade do vento, e concluiu que isto deve-se ao desenvolvimento de uma menor área foliar e não devido a uma redução da taxa fotossintética por unidade de área. Anotou ainda que a redução em altura da planta é acompanhada por outra redução, que é no comprimento dos internódios.

Sobre essências florestais, LARSON (1965) utilizou plantas jovens de *Larix laricina*, as quais haviam sido submetidas a vários tipos de poda. Colocou o caule dessas plantas

sob a ação de ventiladores oscilantes. Observou que as plantas, as quais podadas parcialmente, permanecendo parte das copas, quando expostas ao vento mostraram um maior desenvolvimento dos tecidos da base do caule, às expensas de suas partes superiores. Entrementes, as plantas que tiveram a copa eliminada totalmente pela poda, mostraram um maior crescimento das partes superiores, em detrimento da base do caule. Baseado nessas informações, LARSON propôs uma divisão de atuações para o desenvolvimento fisiológico da forma do caule em duas opções: normal ou passiva e estimulatória. Esta última expressaria a tendência para o crescimento das regiões do caule que experimentam o "stress" mecânico. Em análise do fenômeno, quando o caule é sujeito à ação do vento, esse caule tem que se adaptar ao estímulo do efeito mecânico do vento, pois ele é indicativo da condição adversa do meio ambiente no qual teria que sobreviver.

Outro aspecto interessante foi relatado por NEEL e HARRIS (1971) que provocavam diariamente durante 30 segundos uma agitação moderada em *Liquidambar styraciflua*, provocando uma redução de 20 - 30% do seu crescimento em relação às plantas sem agitação. Observaram também que a agitação estimulou a planta a emitir brotos laterais, no intervalo das três primeiras semanas, enquanto as não agitadas não emitiram broto nenhum. A partir daí os autores concluíram que existe um mecanismo endógeno que regula o crescimento da planta sob condições de vento.

Uma pesquisa interessante sobre a influência do vento na respiração de algumas plantas foi efetuada por TODD *et alii* (1972), que trabalhando com trigo, cevada, aveia, milho, sorgo, feijão, soja, ervilha e magnolia, com diferentes velocidades de vento, detectaram aumento na taxa respiratória para todas as espécies a partir de velocidades de vento próximas a $3,6 \text{ m.s}^{-1}$. A resposta ao estímulo do vento foi similar para todas as espécies, as quais mostraram um aumento de 20 a 40% na taxa respiratória à velocidade de $7,2 \text{ m.s}^{-1}$. No momento que cessava o vento, a taxa respiratória caía para valores normais. Em alguns experimentos as folhas foram fixadas afim de serem evitadas as oscilações, e mesmo assim a respiração manteve-se e levada, sugerindo que a resposta se dá a nível subcelular. Conclui-se devido a esses ensaios que uma elevada taxa respiratória interfere com a assimilação líquida da planta, resultando esta em importante elemento junto à responsabilidade por baixas produções em condições de campo, em locais expostos ao vento.

LOVELIUS (1973), intrigado com a excentricidade anatômica do crescimento do xilema no caule de algumas plantas em floresta, verificou que a causa se situava na direção e intensidade dos ventos. O maior aumento foi na direção nordeste, onde era maior a frequência dos ventos, e a mínima variação foi na direção sul, justamente aquela que apresentava menor frequência de ventos. Concluiu que a variação peculiar no desenvolvimento do xilema no caule daquelas plantas, deu-se contra a ação

mecânica dos ventos predominantes. Essa observação de LOVELIUS, ainda que de caráter empírico, vem ao encontro, mais uma vez, da reorganização da planta quando se encontra em condições adversas, ajustando seu metabolismo, e dessa maneira reajustando as funções fisiológicas, provocando por sua vez diferenciações anatômicas nas mesmas espécies vegetais.

HAMMER *et alii* (1974) sugeriam a agitação mecânica, em substituição ao estímulo químico, a fim de evitar a elongação de colmos em plantas de crisântemos, pois, em ensaios realizados encontraram reduções acentuadas no comprimento dos colmos de crisântemos quando submetidos ã ação mecânica.

MITCHELL *et alii* (1975), utilizando plantas de tomate e ervilha, submeteram-nas ã agitação, flexão e fricção no caule. Essa providência, na planta do tomateiro, foi feita duas vezes ao dia, durante o tempo de 30 a 60 segundos. Disso resultou uma redução no número de nós e folhas, no tamanho dos internódios, o adensamento dos nós, epinastia das folhas, acentuada coloração verde nas folhas jovens e aumento de crescimento de ramos laterais. Sugerem, como decorrência das observações feitas, que se aplique o termo "sismo-morfogênese" para as anomalias de caráter mecânico que sofre a planta sob a ação do vento.

KIRKHAM (1977), trabalhou com trigo. Utilizou-se de duas variedades, sendo uma considerada sensível ã seca (Ponca), e outra considerada resistente ã seca (Kan King), as quais foram plantadas em vasos, em condições de laboratório.

Colocou parte de cada grupo exposta ao vento e parte abrigada de vento, assim o fazendo por 36 dias. As plantas sensíveis à seca apresentaram sempre, com ou sem vento, um potencial de água e pressão de turgor maior que as plantas resistentes à seca. E dentro da coerência dessa informação, as plantas sensíveis à seca mostraram ter menor resistência estomatal que as não sensíveis. De acordo com os resultados obtidos, KIRKHAM concluiu que as medidas de potencial de água nas plantas, assim como de pressão de turgor e resistência estomatal poderiam ser utilizados afim de selecionar cultivares de plantas em regiões de ventos constantes.

VIANNA *et alii* (1978) , utilizando - se de um quebra - vento de guandu (*Cajanus cajan*) , colocado paralelo às linhas de cafeeiros, observaram uma redução considerável na incidência da mancha aureolada, provocada pela bactéria *Pseudomonas garcae*. Posteriormente, GUIMARÃES e VIANA (1979) vieram corroborar esses resultados, utilizando-se de quebra-ventos construídos com lençóis plásticos. Dessa maneira os observadores concluíram quanto da importância do vento na disseminação dessa doença.

Essa relação de pesquisas realizadas com as mais variadas espécies vegetais, sob condições as mais diferenciadas possíveis, houve por bem mostrar-nos a extensa gama de resultados obtidos, os quais se comprovaram por vezes, e por outras se contradisseram. Isso é próprio de um parâmetro, extremamente variável em sua atuação como é o vento. A energia

ã qual estã acionado, assim como a intrĩnseca a ele, juntamente com a umidade e as partĩculas tambẽ associadas, variando em concentraãõ e energia cinẽtica, podem vir a causar inũmeras consequẽncias diretamente, assim como indiretamente. A intensidade desses danos tem uma grande parcela devida ã espẽcie de planta, o estãgio fenolĩgico em que se encontra e tambẽ às condiãões gerais do meio ambiente.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - MATERIAL

3.1.1 - LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP, cujas coordenadas geográficas são:

Latitude: $22^{\circ}42'$
Longitude: $47^{\circ}38' W$
Altitude: 546 m

Afim de se obter condições de sombreamento, as mudas foram colocadas em viveiro do tipo ripado. (Vide Figura 1).

FIGURA 1 - Vista geral do experimento, destacando o ventilador no interior do abrigo, as estacas correspondentes às diferentes velocidades de vento e o viveiro do tipo ripado, proporcionando aproximadamente 50% de sombra

3.1.2 - CULTIVARES ESTUDADAS

Foram incluídas neste estudo duas cultivares da espécie *Coffea arabica*: Mundo Novo LCMP 376-4 e Catuaí Vermelho H 2077-2-5-81.

A cultivar Mundo Novo é proveniente de seleções realizadas pelo Instituto Agronômico do Estado de São Paulo , a partir de uma planta encontrada em uma lavoura comercial de cafeeiros conhecidos como Sumatra de Mundo Novo, no município paulista de Urupês (FAZUOLI, 1977). De acordo com CARVALHO *et alii* (1952), esta cultivar provavelmente se originou da hibridação natural entre cafeeiros das cultivares Bourbon Vermelho e Sumatra, ambas da espécie *Coffea arabica*. Apresenta porte alto, elevado vigor vegetativo e alta produção.

A cultivar Catuai também foi desenvolvida pelo Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, a partir de cruzamentos de cafeeiros Caturra Amarelo com Mundo Novo, com posterior seleção visando adquirir as características de produção e vigor da cultivar Mundo Novo, aliadas ao porte baixo do Caturra. Assim sendo, esta cultivar apresenta porte inferior ao Mundo Novo e internódios mais curtos, mas é altamente vigorosa e produtiva (CARVALHO, 1975).

3.1.3 - VENTILADORES UTILIZADOS

Utilizou-se no presente estudo ventiladores comerciais, que apresentam um movimento oscilante horizontal de 75 graus, percorrido em seis segundos. As hélices desses ventiladores possuem 40 centímetros de diâmetro. (Vide Figuras 1 e 2).

FIGURA 2 - Ventilador em posição oscilante e anemômetro de medidas instantâneas

3.1.4 - ABRIGOS DOS VENTILADORES

Foram construídos pequenos abrigos individuais, conforme Figura 1, destinados a proteger os ventiladores de eventuais chuvas durante o transcorrer do experimento. Estes abrigos constaram de uma base de madeira, sobre a qual se apoiava o ventilador e uma cobertura de folhas de flandres, sustentada por uma estrutura de sarrafos de madeira. Esta cobertura apresentava 0,70 metros de altura por 1,10 metros de fren

te e 0,60 metros de fundo, dimensões estas suficientes para permitir o livre fluxo de ar proveniente dos ventiladores e proporcionar total proteção aos mesmos.

3.1.5 - INSTRUMENTAL UTILIZADO

3.1.5.1 - Anemômetros

Foram utilizados dois anemômetros de caneca nas determinações das velocidades de vento, ambos de funcionamento mecânico. O primeiro deles, um anemômetro de fabricação Georg Rosenmuller, modelo 16-D, é um instrumento destinado a medidas instantâneas. Para o seu funcionamento aciona-se uma pequena alavanca, que dispara um cronômetro e libera o ponteiro medidor da velocidade do vento. Transcorridos 100 segundos, todo o mecanismo é paralizado e o valor observado na posição em que se encontra o ponteiro medidor de velocidade do vento, expressa a velocidade média no período em metros por segundo. (Vide Figura 2).

O outro anemômetro utilizado foi um instrumento de fabricação Casella. Este aparelho mede o percurso do vento durante o período que se deseja, bastando posteriormente se dividir o espaço percorrido pelo tempo para se obter a velocidade média do vento.

3.1.5.2 - Termohigrógrafo

Utilizou-se um termohigrógrafo, de fabricação Fuess nas observações de temperatura e umidade relativa, o qual foi previamente calibrado com o auxílio de um psicrômetro e uma tabela psicrométrica. Durante o período experimental, foram obtidos registros diários desses dois elementos meteorológicos, com os quais calculou-se as médias diárias de temperatura, umidade relativa e absoluta, a partir da cotação dos valores horários. Os valores ocorridos encontram-se no Apêndice 1.

3.2 - MÉTODOS

3.2.1 - PRODUÇÃO DAS MUDAS

As mudas foram produzidas através de semeadura em germinadores de areia em 07 de janeiro de 1980, com posterior transplante para recipientes de polietileno de 20 cm de altura, 11 cm de largura e 7 cm de diâmetro, quando estas se encontravam no estágio de "palito-de-fósforo". No dia 20 de dezembro de 1980, ocasião em que as mudas apresentavam em média oito pares de folhas, foram rigorosamente selecionadas 50 mudas de cada cultivar, as quais foram novamente transplantadas para recipientes de polietileno de 32 cm de altura, 30 cm de largura e 20 cm de diâmetro, afim de que houvesse condições satisfatórias para o pleno desenvolvimento do sistema radicu-

lar das mudas durante a fase experimental. Antes de se iniciar o experimento, fez-se nova seleção, utilizando-se somente 24 mudas de cada cultivar, obtendo-se com isso a melhor homogenização possível.

3.2.2 - TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO

Para se evitar a incidência de bicho-mineiro (*Perileuoptera coffeella*), foram feitas duas aplicações preventivas de inseticidas:

Decamtrim (Decis) - 3 ml de produto comercial por três litros de água

- Aplicação efetuada em 22/12/80

Dicrotophós (Bidrin) - 9 ml do produto comercial por três litros de água

- Aplicação efetuada em 10/02/81.

Não se verificou a ocorrência de nenhuma doença que pudesse prejudicar o desenvolvimento normal das mudas.

3.2.3 - DURAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento teve uma duração de 40 dias, sendo instalado no dia 30/01/81 e encerrado no dia 10/03/81, quando foram efetuadas as avaliações finais.

3.2.4 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados no esquema experimental quatro ventiladores, sendo que cada um deles representou uma repetição. Sob a ação de cada ventilador, foram expostas plantas das duas cultivares de cafeeiro, submetidas a três velocidades médias de vento. Para cada velocidade de vento, somente uma planta de cada cultivar foi incluída.

Os ventiladores eram acionados diariamente por volta das 7 horas da manhã e desligados após 10 horas de funcionamento contínuo.

Como testemunhas, foram distribuídas seis plantas de cada cultivar, localizadas em posição tal que não sofressem a influência do fluxo de ar proveniente dos ventiladores.

3.2.5 - CARACTERIZAÇÃO DAS VELOCIDADES MÉDIAS DE VENTO

3.2.5.1 - Plantas expostas ao fluxo artificial

Durante o período de exposição, os ventiladores foram posicionados de maneira tal, que as plantas foram submetidas a pulsos de vento a intervalos de tempo definido, devido à oscilação do eixo das hélices.

As velocidades médias de vento foram caracterizadas tomando-se medidas a 45 cm de altura, mantendo-se o anemômetro

mômetro fixo em frente ao fluxo de ar. (Vide Figura 2). Foi escolhida esta altura porque representava aproximadamente a parte média das plantas, justamente onde ocorria a maior concentração de folhas. Variando-se a distância do anemômetro em relação à hélice do ventilador, foram determinadas as velocidades médias de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$, $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ e $1,0 \text{ m.s}^{-1}$. Em cada um dos ventiladores, foram determinados dois pontos onde ocorria cada uma destas velocidades de vento, sendo um para cada cultivar de cafeeiro.

A velocidade média do vento nos pontos determinados apresentou uma variação considerável com a altura, a qual pode ser visualizada na Tabela 1.

TABELA 1 - Variação da velocidade média do vento produzido pelos ventiladores com a altura

Altura (cm) Velocidade média (m.s^{-1})			
	30	45	60
3,0	1,45	3,00	2,95
2,0	1,00	2,00	2,20
1,0	0,45	1,00	1,10

3.2.5.2 - Plantas expostas ao fluxo natural

Junto ao lote de plantas expostas ao fluxo natural, instalou-se o anemômetro medidor de percurso, a uma altura de 45 cm, a qual representava a parte média das plantas. O instrumento era instalado diariamente, juntamente com os ventiladores, medindo-se o percurso diário, a partir do qual obteve-se a velocidade média diária em metros por segundo. Os valores encontrados podem ser observados no Apêndice 2.

3.2.6 - MEDIDA DA TRANSPIRAÇÃO

Antes de se iniciar as medidas de transpiração propriamente ditas todas as mudas foram abundantemente irrigadas. Logo após o escoamento do excesso de água, os recipientes com as plantas foram introduzidos em outros sacos plásticos de 20 litros de volume. Em seguida, tomou-se um cano plástico de 12,5 mm de diâmetro interno, o qual foi seccionado em pedaços de 5 cm de comprimento. Estes pedaços foram abertos ao meio e vestidos ao tronco das mudas. Ato contínuo, a abertura dos sacos plásticos foi vedada junto a estes pedaços de tubo, evitando-se assim a ocorrência de ferimentos no caule das plantas.

Um outro tubo plástico de mesmo diâmetro dos anteriores, mas com aproximadamente 10 cm de comprimento, foi introduzido através dos sacos plásticos e fixado paralelamente

te à parte externa dos recipientes com as mudas, por onde foi feito o fornecimento de água às plantas (Figura 3). Esta água penetrava pelo fundo dos recipientes, através de furos, à medida que havia demanda.

FIGURA 3 - Vista dos recipientes com as mudas, revestidos de sacos plásticos.

A primeira irrigação foi idêntica para todas as plantas, fornecendo-se 1.500 cm^3 por recipiente, medidos através de uma proveta com resolução de 1 cm^3 . Este volume de água foi suficiente para formar uma lâmina de aproximadamente 5 cm de altura no fundo dos sacos plásticos, a qual procurou-se manter uniforme, fornecendo-se o volume necessário sempre que se observava um pequeno abaixamento no nível da água.

Por volta de dez dias após o início das medidas, os cafeeiros começaram a apresentar sintomas de deficiência aguda de ferro, devido ao encharcamento do solo. Para se evitar que o estresse provocado por esta deficiência viesse a mascarar os efeitos da ação do vento, retirou-se os sacos plásticos destinados a medir a transpiração de todas as plantas após duas semanas, e mediu-se o consumo total de água neste período. Para isto, coletou-se e mediu-se a água restante dos sacos plásticos, bem como o excesso do solo e descontou-se do total fornecido, obtendo-se assim o total de água transpirada por planta.

3.2.7 - AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DAS PLANTAS

Para todos os parâmetros que serão descritos a seguir, foram feitas duas medidas, a primeira delas no dia 30/01/81, imediatamente antes da exposição ao vento e a outra

no dia 10/03/81 , logo após o encerramento do experimento. Através da diferença verificada entre estas duas medidas, obteve-se o incremento de cada parâmetro durante o período de exposição ao vento.

3.2.7.1 - Altura das plantas

Com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, mediu-se a distância compreendida desde a base do caule até a base da gema apical de cada planta.

3.2.7.2 - Número de ramos plagiotrópicos

Efetuuou-se a simples contagem do número de ramos plagiotrópicos existentes em cada planta.

3.2.7.3 - Comprimento total dos ramos plagiotrópicos

Mediu-se o comprimento de cada ramo, desde a sua inserção no caule até a base da gema apical, somando-se os valores obtidos para cada planta.

3.2.7.4 - Número de internódios dos ramos ortotrópicos

Fez-se a contagem do número de internódios existentes nos ramos ortotrópicos de cada planta nas leituras inicial e final, e por diferença, obteve-se o número de internódios que se desenvolveram durante o período de exposição ao vento.

3.2.7.5 - Comprimento dos internódios dos ramos ortotrópicos

Mediu-se somente o comprimento dos internódios que se desenvolveram durante o período de duração do experimento e obteve-se um valor médio para cada planta.

3.2.7.6 - Diâmetro do caule

O valor médio encontrado para o diâmetro do caule das mudas resultou de duas medidas simultâneas de paquímetro, realizadas a 2 cm acima da superfície do solo e defazadas de 90 graus.

3.2.7.7 - Área foliar

A área foliar das plantas foi determinada utilizando-se de um método não destrutivo, através do produto do comprimento pela maior largura das folhas, multiplicado por um fator de correção. Este fator diferiu para cada cultivar, sendo 0,644 para a cultivar Mundo Novo e 0,649 para a cultivar Catuaí Vermelho, conforme VOLPE *et alii* (1981).

3.2.7.8 - Peso de matéria seca

Antes de se iniciar a exposição das plantas ao vento, foram escolhidas seis plantas de cada cultivar de café, para determinação inicial do peso de matéria seca. Após o término do experimento, as plantas foram colhidas, secas

e pesadas individualmente, e através da diferença entre esta pesagem e a inicial, obteve-se o incremento de matéria seca produzida por planta.

Em todos os casos a parte aérea foi separada do sistema radicular, para que se pudesse verificar a influência do vento sobre as duas partes das plantas separadamente.

A secagem do material foi efetuada em estufa, com a temperatura oscilando entre 70 - 80°C, até que o peso das plantas se mantivesse constante. As pesagens foram feitas em uma balança eletrônica com resolução de 0,1 gramas.

3.2.7.9 - Taxa de crescimento relativo

A taxa de crescimento relativo (TCR) foi calculada utilizando-se da expressão de FISHER (1920):

$$TCR = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \text{ (g . g}^{-1} \text{ . dia}^{-1} \text{) ,}$$

onde:

P_1 = peso de matéria seca no início do experimento,

P_2 = peso de matéria seca no final do experimento,

t_1 = dia da primeira determinação de matéria seca,

t_2 = dia da segunda determinação de matéria seca.

3.2.7.10 - Taxa de assimilação líquida

Para o cálculo da Taxa de Assimilação Líquida

(TAL), empregou-se a seguinte expressão (WATSON, 1952):

$$TAL = \frac{P_2 - P_1}{A_2 - A_1} \cdot \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1} \text{ (g . dm}^{-2} \text{ . dia}^{-1} \text{) ,}$$

onde:

P_1 = peso de matéria seca no início do experimento,

P_2 = peso de matéria seca no final do experimento,

A_1 = área foliar no início do experimento,

A_2 = área foliar no final do experimento,

t_1 = dia do início do experimento,

t_2 = dia do término do experimento.

3.2.8 - Avaliação dos danos ocorridos às plantas

Ao final do experimento, distribuiu-se as plantas inteiramente ao acaso dentro do viveiro e atribuiu-se notas subjetivas às plantas dos diversos tratamentos, através de uma escala de notas variando de 1 a 10, correspondendo 1 às plantas com todas as folhas lesionadas e 10 às plantas sem nenhum dano. Esta avaliação foi efetuada por duas pessoas totalmente alheias ao trabalho desenvolvido, obtendo-se um valor médio para cada planta.

4 - RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

4.1 - ALTURA DAS PLANTAS

Os valores de altura inicial e final das plantas das cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, bem como os incrementos médios verificados durante o período experimental são apresentados na Tabela 2. Para o caso da cultivar Mundo Novo, pode-se observar que as plantas não expostas ao fluxo artificial de ar tiveram um incremento médio de altura superior às demais, fato que ocorreu na cultivar Catuaí, quando exposta ao fluxo artificial de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$ (Vide Figuras 4 e 5).

Para se comparar os acréscimos de altura ocorridos nas duas cultivares, deve-se levar em conta que estas apresentam portes diferentes, sendo a cultivar Mundo Novo de porte alto e a cultivar Catuaí de porte baixo. Assim a simples compara

ção dos incrementos verificados sob cada velocidade de vento pode levar a um resultado que não representa a situação real, pois a cultivar Mundo Novo, mesmo sendo mais afetada, pode apresentar maior altura, uma vez que seus internódios são mais longos. Entretanto, pode-se atribuir valor 100 para as plantas não expostas ao fluxo de ar de cada cultivar separadamente, e assim calcular o quanto cada velocidade de vento afetou as plantas das duas cultivares em relação às respectivas testemunhas. Os valores calculados desta forma podem ser observados na Figura 6. Assim, verifica-se que à velocidade média de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, as plantas da cultivar Catuaí apresentaram um incremento 12% superior às testemunhas, enquanto que as plantas da cultivar Mundo Novo tiveram um crescimento em altura, 8% inferior às suas testemunhas. Já à velocidade média de $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ ambas as cultivares tiveram uma acentuada redução no crescimento em altura, embora a cultivar Catuaí tenha sido menos afetada. Finalmente, as plantas expostas ao fluxo de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$ tiveram igual redução no crescimento em altura, em relação às respectivas testemunhas.

TABELA 2 - Altura (cm) de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Vermelho (C.V.) Período: 30/01/81 - 10/03/81

Repetições	3,0 m. s ⁻¹		2,0 m. s ⁻¹		1,0 m. s ⁻¹		0,08 m. s ⁻¹	
	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.
I								
L ₁	48,0	26,5	45,0	29,0	47,0	32,5	44,5	30,5
L ₂	57,0	32,0	49,0	35,0	54,0	40,0	54,5	38,0
II								
L ₁	45,5	30,5	46,0	28,5	44,0	30,0	45,3	30,5
L ₂	50,0	38,3	51,5	36,0	51,8	42,0	56,0	40,0
III								
L ₁	44,5	27,5	42,5	28,5	42,5	29,5	41,5	31,0
L ₂	51,5	34,0	49,5	36,5	54,0	41,0	51,0	38,0
IV								
L ₁	38,0	27,0	36,5	25,5	37,5	26,0	42,5	29,0
L ₂	43,0	32,5	42,5	34,0	48,0	39,5	50,5	41,5
V								
L ₁							38,0	29,5
L ₂							47,0	42,5
VI								
L ₁							49,5	28,5
L ₂							62,0	38,5
Médias	44,0	27,87	42,50	27,87	42,75	29,50	43,55	29,83
L ₂	50,37	34,20	48,12	35,37	51,95	40,62	53,50	39,75
Incremento médio	6,37	6,33	5,62	7,50	9,20	11,12	9,95	9,92

L₁ = Leitura efetuada em 30/01/81

L₂ = Leitura efetuada em 10/03/81

FIGURA 4 - Aspecto geral das mudas de cafeeiro cultivar Mundo Novo, submetidas às diferentes velocidades de vento.

FIGURA 5 - Aspecto geral das mudas de cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho, submetidas às diferentes velocidades de vento.

FIGURA 6 - Incrementos relativos de altura de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, no período compreendido entre 30/01/81 e 10/03/81.

4.2 - NÚMERO DE RAMOS PLAGIOTRÔPICOS

Na Tabela 3 se encontram os dados referentes ao número de ramos plagiotrôpicos das cultivares Mundo Novo e Catuaí. Analisando-se os resultados obtidos, nota-se que não se observa uma tendência de alteração na emissão de ramos plagiotrôpicos das mudas pertencentes à cultivar Mundo Novo, enquanto que para a Cultivar Catuaí verificou-se um certo decréscimo no número de ramos plagiotrôpicos de acordo com o aumento da velocidade do vento, o qual se acentuou nas plantas expostas a 2,0 e 3,0 m.s⁻¹.

Através da Figura 7, é possível verificar que quando as mudas foram expostas à 0,08 m.s⁻¹, a cultivar Catuaí apresentou um incremento médio superior, enquanto que à velocidade média de 1,0 m.s⁻¹ o valor observado foi idêntico para as duas cultivares. Entretanto, sob as velocidades de 2,0 e 3,0 m.s⁻¹, a cultivar Mundo Novo apresentou maior incremento médio.

TABELA 3 - Número de ramos plagiotrópicos de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Vermelho (C.V.)

Repetições	3,0 m.s ⁻¹		2,0 m.s ⁻¹		1,0 m.s ⁻¹		0,08 m.s ⁻¹	
	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.
I								
L ₁	2	2	3	3	2	2	3	3
L ₂	6	3	7	5	6	6	5	7
II								
L ₁	4	2	4	3	4	2	3	2
L ₂	6	6	6	5	6	4	7	7
III								
L ₁	2	2	2	2	2	2	2	2
L ₂	6	4	6	6	6	6	6	6
IV								
L ₁	2	2	2	2	2	2	4	2
L ₂	6	4	4	4	6	6	6	6
V								
L ₁							4	2
L ₂							6	6
VI								
L ₁							2	2
L ₂							6	5
Médias	2,5	2,0	2,7	2,5	2,5	2,0	3,0	2,2
L ₂	6,0	4,2	5,7	5,0	6,0	5,5	6,0	6,2
Incremento médio	3,5	2,2	3,0	2,5	3,5	3,5	3,0	4,0

L₁ = Leitura efetuada em 30/01/81

L₂ = Leitura efetuada em 10/03/81

FIGURA 7 - Incremento médio no número de ramos plagio-trôpicos de mudas de cafeeiros, cultivares Mundo Novo e Catuaí, no período compreendido entre 30/01/81 e 10/03/81.

4.3 - COMPRIMENTO TOTAL DOS RAMOS PLAGIOTRÔPICOS

Os resultados obtidos, referentes ao comprimento total dos ramos plagiotrôpicos das mudas pertencentes às cultivares Mundo Novo e Catuaí, se encontram na Tabela 4. Observando-se os valores de incremento médio ocorrido no período compreendido entre as duas leituras, verifica-se que a cultivar Mundo Novo apresentou valores semelhantes para as mudas expostas a $0,08$ e $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, as quais tiveram um incremento médio superior às plantas submetidas a $2,0$ e $3,0 \text{ m.s}^{-1}$. Entretanto, o mesmo não ocorreu com relação à cultivar Catuaí, que teve uma redução no comprimento total dos ramos plagiotrôpicos à medida que aumentou a incidência do vento sobre as mudas.

Na Figura 8 encontram-se os valores de incremento relativo do comprimento total dos ramos plagiotrôpicos, das duas cultivares em estudo. Os cálculos foram feitos atribuindo-se valor 100 para as plantas de cada cultivar não expostas ao fluxo artificial, calculando-se a alteração ocorrida sob cada velocidade média de vento, em relação às plantas não expostas ao fluxo artificial de cada cultivar separadamente.

Assim, observa-se que sob a velocidade média de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Catuaí apresentou uma redução percentual de 21,8% no comprimento dos ramos plagiotrôpicos, enquanto que as plantas da cultivar Mundo Novo expostas a esta velocidade de vento, tiveram um comportamento semelhante às plantas expostas ao fluxo natural de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$.

Quando as mudas foram submetidas a $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Catuaí sofreu uma redução ligeiramente inferior, enquanto que à velocidade média de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$, a redução percentual no comprimento dos ramos plagiotrópicos verificada com relação às respectivas testemunhas, voltou a ser menor na cultivar Mundo Novo.

TABELA 4 - Comprimento total dos ramos plagiotrôpicos (cm) de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Vermelho (C.V.). Período: 30/01/81 - 10/03/81

Repetições	3,0 m.s ⁻¹			2,0 m.s ⁻¹			1,0 m.s ⁻¹			0,08 m.s ⁻¹		
	M.N.	C.V.		M.N.	C.V.		M.N.	C.V.		M.N.	C.V.	
I	L ₁	18,5	13,1	34,8	16,5		19,8	14,6		27,9	21,6	
	L ₂	68,4	33,0	76,5	56,6		70,9	50,0		79,6	73,0	
II	L ₁	32,5	16,2	34,1	17,5		32,2	15,5		20,6	10,5	
	L ₂	63,7	63,4	81,1	54,2		101,5	58,5		84,5	57,2	
III	L ₁	19,0	12,0	20,0	14,7		19,8	15,5		14,9	14,1	
	L ₂	63,9	37,7	69,3	54,7		96,2	62,2		73,3	75,6	
IV	L ₁	24,9	15,0	17,1	14,7		24,5	13,7		35,8	11,0	
	L ₂	55,5	38,5	44,0	58,3		86,0	63,6		99,9	73,0	
V	L ₁									36,3	14,8	
	L ₂									109,7	74,1	
VI	L ₁									19,5	11,8	
	L ₂									98,2	67,1	
Incremento médio	L ₁	23,7	14,1	26,5	15,8		24,1	14,8		25,8	14,0	
	L ₂	62,9	43,1	67,7	55,9		88,6	58,6		90,9	70,0	
		39,2	29,0	41,2	40,1		64,5	43,8		65,1	56,0	

L₁ = Leitura efetuada em 30/01/81

L₂ = Leitura efetuada em 10/03/81

FIGURA 8 - Incrementos relativos no comprimento total dos ramos plagiotrôpicos, de mudas de cafeeiros cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho. Período: 30/01/81 - 10/03/81.

4.4 - NÚMERO DE INTERNÓDIOS DOS RAMOS ORTOTRÓPICOS

O número de internódios dos ramos ortotrópicos das mudas pertencentes às cultivares Mundo Novo e Catuaí, acham-se na Tabela 5. De acordo com os dados obtidos para a cultivar Mundo Novo, é possível afirmar que não houve uma tendência de alteração no incremento médio do número de internódios das plantas que cresceram sob as quatro velocidades mêdias de vento, uma vez que os valores médios obtidos são semelhantes. Analisando-se os dados referentes à cultivar Catuaí, vê-se que as plantas expostas ao fluxo natural, tiveram incremento médio ligeiramente superior às demais, sendo que as plantas expostas a $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ foram àquelas que apresentaram menor valor médio.

TABELA 5 - Número de internódios dos ramos ortotrópicos, de mudas de cafeeiro cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Vermelho (C.V.)
Período: 30/01/81 - 10/03/81

Repetições	3,0 m. s ⁻¹		2,0 m. s ⁻¹		1,0 m. s ⁻¹		0,08 m. s ⁻¹	
	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.
I								
L ₁	9	8	8	8	8	9	9	8
L ₂	11	10	10	9	10	10	11	10
II								
L ₁	9	9	8	9	9	8	8	9
L ₂	10	11	9	10	10	10	10	12
III								
L ₁	8	8	7	9	9	10	7	8
L ₂	10	10	9	11	11	12	9	10
IV								
L ₁	9	8	9	8	9	9	9	9
L ₂	11	9	10	10	11	11	11	11
V								
L ₁							8	9
L ₂							9	11
VI								
L ₁							8	9
L ₂							10	11
L ₁	8,7	8,2	8,0	8,5	8,7	9,0	8,2	8,7
L ₂	10,5	10,0	9,5	10,0	10,5	10,7	9,8	10,8
Incremento médio	1,7	1,8	1,5	1,5	1,7	1,7	1,6	2,1

L₁ = Leitura efetuada em 30/01/81

L₂ = Leitura efetuada em 10/03/81

4.5 - COMPRIMENTO DOS INTERNÓDIOS DOS RAMOS ORTOTRÓPICOS

A Tabela 6 mostra os dados referentes ao comprimento dos internódios que se desenvolveram durante o período de exposição ao vento, das cultivares Mundo Novo e Catuaí. Analisando-se os dados referentes à cultivar Mundo Novo, verifica-se que as mudas que estiveram sob o fluxo natural de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$, apresentaram maior comprimento médio dos internódios, vindo a seguir as mudas expostas a $1,0 \text{ m.s}^{-1}$. As mudas expostas a $2,0$ e $3,0 \text{ m.s}^{-1}$ apresentaram acentuada redução no comprimento médio dos internódios, quando comparadas às plantas não submetidas ao fluxo artificial.

Quanto à cultivar Catuaí, as mudas expostas a $0,08$ e $1,0 \text{ m.s}^{-1}$ tiveram maior comprimento dos internódios, enquanto que as mudas expostas à velocidade média de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$, foram as que apresentaram menor comprimento médio dos internódios.

TABELA 6 - Comprimento dos internódios (cm) desenvolvidos no período de 30/01/81 a 10/03/81, de mudas de cafeeiro das cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Vermelho (C.V.)

Repetições	3,0 m. s ⁻¹		2,0 m. s ⁻¹		1,0 m. s ⁻¹		0,08 m. s ⁻¹	
	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.
I	3,2	2,1	2,0	2,0	3,8	3,5	4,7	3,4
II	1,3	-	2,0	3,2	4,4	4,7	3,0	4,0
III	3,1	2,5	3,0	3,0	5,2	4,3	5,2	4,5
IV	2,0	2,2	3,0	3,5	4,5	4,7	6,2	5,3
V							6,0	4,5
VI							5,6	4,5
Média	2,4	1,7	2,5	2,9	4,5	4,3	5,1	4,3

4.6 - DIÂMETRO DO CAULE

Na Tabela 7 estão dispostos os valores medidos de diâmetro do caule, bem como os incrementos verificados no período compreendido entre 30/01/81 e 10/03/81, para as cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho. Verifica-se que houve maior incremento nas mudas submetidas à velocidade média de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, nas duas cultivares em estudo, vindo a seguir as plantas expostas a $2,0 \text{ m.s}^{-1}$.

Na Figura 9 encontram-se os valores referentes aos incrementos médios do diâmetro do caule das duas cultivares. O incremento máximo se deu nas plantas expostas ao vento de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, sendo que a cultivar Catuaí apresentou um valor médio superior. As plantas submetidas a $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ também apresentaram um diâmetro médio superior às plantas não expostas ao fluxo artificial, mas neste caso a cultivar Mundo Novo apresentou maior diâmetro que a cultivar Catuaí. Finalmente, sob o fluxo de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Mundo Novo apresentou um valor médio semelhante àquele verificado nas plantas desta cultivar expostas a $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, enquanto que as mudas da cultivar Catuaí evidenciaram uma certa redução no seu diâmetro médio.

O aumento no diâmetro do caule das plantas, em resposta ao estímulo mecânico do vento, tem sido observado por alguns autores, como LARSON (1965) e LOVELIUS (1973), vindo de encontro aos resultados obtidos no presente experimento.

TABELA 7 - Diâmetro do caule (mm) de mudas de café de cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Vermelho (C.V.). Período: 30/01/81 - 10/03/81.

Repetições	3,0 m.s ⁻¹		2,0 m.s ⁻¹		1,0 m.s ⁻¹		0,08 m.s ⁻¹	
	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.
I								
L ₁	5,35	4,45	4,70	4,45	4,55	4,45	4,60	5,45
L ₂	7,15	5,80	6,70	6,20	6,80	6,60	6,15	6,45
II								
L ₁	4,55	4,85	4,70	5,00	4,90	4,30	4,95	4,35
L ₂	6,25	6,20	6,65	6,50	7,20	6,90	6,45	5,65
III								
L ₁	4,45	4,30	4,80	5,10	4,50	4,90	4,55	4,40
L ₂	6,20	5,65	6,15	6,60	6,15	6,85	6,00	6,10
IV								
L ₁	4,15	4,30	4,30	4,20	4,55	4,25	5,60	5,20
L ₂	5,75	5,35	5,90	5,50	6,30	6,30	7,20	6,05
V								
L ₁							5,15	4,80
L ₂							6,35	6,45
VI								
L ₁							4,85	4,45
L ₂							6,20	6,30
Médias								
L ₁	4,62	4,47	4,62	4,69	4,62	4,47	4,95	4,77
L ₂	6,34	5,75	6,35	6,20	6,61	6,66	6,39	6,17
Incremento médio	1,72	1,25	1,73	1,51	1,99	2,19	1,44	1,40

L₁ = Leitura efetuada em 30/01/81

L₂ = Leitura efetuada em 10/03/81

FIGURA 9 - Incrementos médios de diâmetro do caule de mudas de cafeeiro cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, no período compreendido entre 30/01/81 e 10/03/81.

4.7 - ÁREA FOLIAR

Os resultados obtidos referentes às duas cultivares estudadas se encontram na Tabela 8. Verifica-se que tanto a cultivar Mundo Novo como a cultivar Catuaí Vermelho apresentaram uma redução na área foliar, à medida que aumentou a velocidade do vento. (Vide Figura 10).

Na Figura 11 constam os valores de incrementos médios de área foliar das duas cultivares em estudo. Observando-se estes dados, vê-se que à velocidade média de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Catuaí apresentou uma área foliar ligeiramente superior à cultivar Mundo Novo, enquanto que sob o fluxo de ar de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, a área foliar das duas cultivares foi praticamente a mesma. Entretanto, quando as mudas estiveram sob a ação dos fluxos de $2,0$ e $3,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Catuaí apresentou área foliar superior à cultivar Mundo Novo.

TABELA 8 - Área foliar (dm^2) de mudas de cafeeiro, das cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Vermelho (C.V.). Período: 30/01/81 - 10/03/81

Repetições	3,0 m. s ⁻¹		2,0 m. s ⁻¹		1,0 m. s ⁻¹		0,08 m. s ⁻¹	
	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.
I								
L ₁	7,00	6,26	7,28	7,56	6,91	7,67	6,67	5,95
L ₂	10,10	11,11	13,20	12,74	13,95	15,03	16,48	15,21
II								
L ₁	7,18	7,97	7,31	8,05	8,96	7,15	6,51	6,76
L ₂	9,10	13,16	12,66	13,72	15,65	17,34	14,67	18,41
III								
L ₁	6,69	6,02	6,28	6,90	6,18	9,27	6,29	7,64
L ₂	11,20	10,93	11,33	13,94	17,04	15,40	16,64	19,12
IV								
L ₁	6,41	6,84	6,80	6,73	6,81	6,23	8,32	6,02
L ₂	7,24	9,78	8,19	14,04	15,39	15,34	18,13	18,80
V								
L ₁							6,66	8,25
L ₂							17,93	17,01
VI								
L ₁							6,64	6,86
L ₂							19,10	16,41
Médias	6,89	6,77	6,92	7,31	7,21	7,58	6,85	6,75
L ₂	9,41	11,25	11,35	13,61	15,51	15,78	17,16	17,49
Incremento médio	2,51	4,47	4,43	6,30	8,30	8,20	10,31	10,75

L₁ = Leitura efetuada em 30/01/81

L₂ = Leitura efetuada em 10/03/81

FIGURA 10 - Aspecto de uma planta da cultivar Mundo Novo não exposta ao fluxo artificial, em confronto com outra planta exposta a $3,0 \text{ m.s}^{-1}$.

FIGURA 11 - Incremento médio de área foliar de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, no período compreendido entre 30/01/81 e 10/03/81.

4.8 - PESO DE MATÉRIA SECA

4.8.1 - PESO DE MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA

Na Tabela 9 são apresentados os dados referentes ao peso de matéria seca da parte aérea das duas culturas. Analisando primeiramente a cultivar Mundo Novo, verifica-se que a produção de matéria seca nas plantas não expostas ao fluxo artificial, foi ligeiramente superior ao valor médio observado nas plantas submetidas à velocidade média de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$. As plantas submetidas a $2,0$ e $3,0 \text{ m.s}^{-1}$ apresentaram maior redução no peso de matéria seca.

No caso da cultivar Catuaí, também as plantas submetidas a $1,0$ e $0,08 \text{ m.s}^{-1}$ apresentaram praticamente os mesmos valores, somente que as plantas expostas a $1,0 \text{ m.s}^{-1}$ tiveram um peso médio ligeiramente superior. O fluxo de ar de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$ provocou a maior redução no peso de matéria seca da parte aérea.

Na Figura 12 podem ser observados os valores de peso de matéria seca da parte aérea em 10/03/81, das culturas Mundo Novo e Catuaí Vermelho. Verifica-se que à velocidade média de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$ a cultivar Mundo Novo apresentou maior peso de matéria seca da parte aérea. Sob o fluxo médio de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, pode-se afirmar que os valores obtidos foram semelhantes para as duas cultivares, enquanto que para $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Catuaí apresentou peso médio ligeiramente superior,

TABELA 9 - Peso de matéria seca da parte aérea (gramas) de mudas de
cafeeiro das cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Verme
lho (C.V.)

Repeti ção	Peso em 30/01/81						Peso em 10/03/81					
	M.N.			C.V.			M.N.			C.V.		
	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.
I	5,6	4,8	12,4	10,0	13,4	11,9	13,9	13,7	13,6	11,9		
II	5,6	5,1	10,6	11,9	13,3	12,6	14,7	14,4	13,2	13,1		
III	6,0	6,4	11,5	9,7	11,9	12,5	14,6	14,9	13,1	14,8		
IV	6,5	5,1	8,3	8,7	8,4	11,6	12,8	12,8	15,5	13,4		
V	7,1	6,0							14,6	13,8		
VI	7,2	5,6							16,6	14,8		
Média	6,33	5,50	10,70	10,07	11,75	12,15	14,00	13,95	14,43	13,63		
Incremento médio			4,37	4,57	5,42	6,65	7,67	8,45	8,10	8,13		

voltando entretanto a ser ligeiramente inferior quando as plantas foram expostas a $3,0 \text{ m.s}^{-1}$.

FIGURA 12 - Peso de matéria seca da parte aérea em 10/03/81, de mudas de cafeeiros cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, após 40 dias de exposição ao vento.

4.8.2 - PESO DE MATÉRIA SECA DO SISTEMA RADICULAR

Os resultados obtidos, referentes ao peso de matéria seca do sistema radicular de mudas de cafeeiros, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, encontram-se na Tabela 10. Para a cultivar Mundo Novo, verifica-se que as plantas submetidas à velocidade média de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, tiveram uma produção de matéria seca ligeiramente superior às plantas não expostas ao fluxo artificial. O mesmo fato ocorreu para a Catuaí, sendo que neste caso a diferença foi mais acentuada. Ainda com relação à cultivar Catuaí, deve-se ressaltar que as plantas expostas a $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ também apresentaram peso médio de matéria seca superior ao das plantas expostas a $0,08 \text{ m.s}^{-1}$.

Na Figura 13 podem ser observados os dados referentes ao peso de matéria seca do sistema radicular, das mudas pertencentes às duas cultivares estudadas. Quando não submetidas ao fluxo de ar artificial, as duas cultivares apresentaram valores semelhantes. Entretanto, às velocidades médias de $1,0$ e $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Catuaí apresentou peso de matéria seca superior, voltando novamente a apresentar valores idênticos quando as plantas foram submetidas à velocidade média de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$.

TABELA 10 - Peso de matéria seca do sistema radicular (gramas), de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Vermelho (C.V.)

Repetição	Peso em 10/03/81											
	Peso em 30/01/81						0,08 m. s ⁻¹					
	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.	M.N.	C.V.
I	1,6	1,6	3,4	3,7	3,7	4,2	4,1	6,0	3,7	4,3		
II	1,7	2,2	3,7	4,8	3,8	5,0	4,7	6,1	3,4	4,2		
III	2,0	2,6	4,1	3,4	3,4	4,0	4,2	4,3	3,7	3,2		
IV	1,7	1,7	2,7	2,1	2,6	4,0	3,6	5,0	3,6	4,3		
V	2,1	2,0							4,4	4,4		
VI	2,1	1,6							5,1	3,8		
Média	1,87	1,95	3,47	3,50	3,37	4,30	4,15	5,35	3,98	4,03		
Incremento médio			1,60	1,55	1,50	2,35	2,28	3,40	2,11	2,08

FIGURA 13 - Peso de matéria seca do sistema radicular em 10/03/81, de mudas de cafeeiros, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, após 40 dias de exposição ao vento.

4.8.3 - PESO TOTAL DE MATÉRIA SECA

Os valores médios, relativos à soma do peso de matéria seca da parte aérea e sistema radicular, ou seja, o peso total de matéria seca, constam da Figura 14.

Sob a ação do fluxo natural de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$, as mudas pertencentes à cultivar Mundo Novo apresentaram peso de matéria seca superior, em função do maior peso apresentado pela parte aérea (Figura 12), uma vez que o sistema radicular das duas cultivares apresentou o mesmo peso médio (Figura 13).

Com relação às velocidades médias de $1,0$ e $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, constata-se que a cultivar Catuaí apresentou um desempenho superior, sendo que à velocidade média de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, isto se deu exclusivamente em virtude do maior peso do sistema radicular, enquanto que à velocidade média de $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, esta superioridade foi devido ao maior peso de matéria seca da parte aérea e sistema radicular. (Vide Figuras 12 e 13).

Finalmente, quando submetidas a $3,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Mundo Novo voltou a apresentar desempenho superior, novamente devido ao maior peso de matéria seca da parte aérea (Figura 12).

FIGURA 14 - Peso total de matéria seca em 10/03/81, de mudas de cafeeiros das cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, após 40 dias de exposição ao vento

4.9 - TRANSPIRAÇÃO

Na Figura 15 encontram-se os dados referentes à transpiração das mudas pertencentes às duas cultivares, calculada em gramas de água transpirada, por decímetro quadrado de área foliar, por dia ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$). Analisando a presente figura, nota-se que quando as mudas estiveram sob o fluxo natural de ar, com velocidade média de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Mundo Novo apresentou maior taxa de transpiração por decímetro quadrado de área foliar. Entretanto, quando ambas as cultivares foram expostas ao vento de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Catuaí aumentou bruscamente a transpiração, passando de um valor médio de $12,4 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ para $15,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, enquanto que a cultivar Mundo Novo apresentou apenas um ligeiro aumento, de $13,4 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ para $13,7 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$.

Sob a velocidade média de $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Catuaí apresentou novamente uma taxa média de transpiração superior à verificada na cultivar Mundo Novo, embora o incremento verificado em relação à velocidade média de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$ tenha sido pequeno. A cultivar Mundo Novo voltou a apresentar um pequeno incremento na taxa de transpiração, em relação às plantas desta cultivar submetidas a $1,0 \text{ m.s}^{-1}$.

Já em relação à velocidade média de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$, verifica-se que houve uma queda brusca da taxa de transpiração da cultivar Catuaí, e também uma queda em menores proporções na taxa de transpiração verificada na cultivar Mundo No-

vo, de tal forma que os valores verificados foram semelhantes. A cultivar Catuaí continuou apresentando uma taxa média de transpiração bastante superior às plantas desta cultivar que não foram expostas ao fluxo artificial, enquanto que a cultivar Mundo Novo apresentou valores próximos àqueles verificados nas plantas desta cultivar não submetidas ao fluxo artificial.

A análise da transpiração e peso de matéria seca ao mesmo tempo, conforme Figura 16, revela aspectos interessantes. Observando primeiramente as plantas expostas ao fluxo natural de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$, portanto sob condições de menor demanda evaporativa, vê-se que a cultivar Catuaí apresentou menor transpiração e também um peso médio de matéria seca ligeiramente inferior. Entretanto, quando se elevou a demanda evaporativa, as mudas da cultivar Catuaí tiveram um acentuado acréscimo na taxa de transpiração e no peso de matéria seca, enquanto que as mudas da cultivar Mundo Novo responderam apenas com um pequeno aumento na transpiração, evidenciando maior controle das perdas através do fechamento dos estômatos, o que fez com que o peso de matéria seca se situasse praticamente no mesmo nível das plantas expostas a $0,08 \text{ m.s}^{-1}$, com tendência para diminuir.

Já com relação às plantas submetidas a $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, observa-se que o aumento da taxa de transpiração verificado na cultivar Catuaí não se deu na mesma proporção daquele ocorrido à velocidade de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, fato que evidencia

maior controle das perdas excessivas através do fechamento dos estômatos, com consequente diminuição da produção de matéria seca.

É necessário salientar também que quando as plantas estiveram sob os fluxos de 1,0 e 2,0 m.s^{-1} , o peso médio de matéria seca do sistema radicular apresentado pela cultivar Catuaí foi superior, sugerindo que esta cultivar teve uma maior superfície de captação de água nestas condições, conseguindo desta maneira atender melhor a demanda evaporativa.

Finalmente, à velocidade de 3,0 m.s^{-1} , a transpiração caiu em ambas as cultivares, sendo acompanhada pelo peso de matéria seca, em função de uma demanda evaporativa excessiva e por conseguinte um maior fechamento dos estômatos.

Deve-se ressaltar ainda que sob as velocidades de 2,0 e 3,0 m.s^{-1} , as plantas sofreram danos mecânicos severos nas folhas, fato que também pode ter contribuído para a diminuição da transpiração.

FIGURA 15 - Transpiração média ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho.

- Transpiração - Catuaí Vermelho
 --- Transpiração - Mundo Novo
 ○○ Peso de matéria seca - Catuaí Vermelho
 → → Peso de matéria seca - Mundo Novo

FIGURA 16 - Transpiração ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) e peso de matéria seca (gramas), de mudas de café, cultivares Mundo Novo e Catuaí vermelho.

4.10 - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR)

Na Figura 17 podem ser observados os valores referentes à Taxa de Crescimento Relativo (TCR) das mudas pertencentes às duas cultivares estudadas.

Analisando-se primeiramente a cultivar Catuaí, vê-se que a TCR atingiu seu valor máximo quando as plantas foram expostas ao fluxo de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, voltando a cair bruscamente sob as velocidades de $2,0$ e $3,0 \text{ m.s}^{-1}$.

Com relação à cultivar Mundo Novo, os valores da TCR observados às velocidades de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$ e $1,0 \text{ m.s}^{-1}$ foram bem próximos, embora esta tenha sido ligeiramente inferior nas plantas expostas ao vento de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$. As plantas desta cultivar submetidas às velocidades de $2,0$ e $3,0 \text{ m.s}^{-1}$ também apresentaram uma acentuada redução na TCR.

Comparando-se os valores de TCR obtidos para as duas cultivares, observa-se que a cultivar Catuaí sempre apresentou taxas superiores à cultivar Mundo Novo. As maiores diferenças verificaram-se nas plantas expostas às velocidades médias de vento de $1,0$ e $2,0 \text{ m.s}^{-1}$.

De acordo com WADSWORTH (1958), para cada planta existe uma velocidade de vento na qual o crescimento é otimizado, em função do suprimento adequado de CO_2 . No presente caso, os valores da TCR obtidos, levam a crer 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.

FIGURA 17 - Taxa de Crescimento Relativo (TCR), de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho.

4.11 - TAXA DE ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA (TAL)

Os dados referentes à Taxa de Assimilação Líquida Média (TAL) das mudas pertencentes às cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, encontram-se na Figura 18.

Observando-se primeiramente os valores relativos à cultivar Catuaí, constata-se que a TAL apresentou valor máximo nas plantas expostas à velocidade média de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$. As plantas expostas a $2,0$ e $3,0 \text{ m.s}^{-1}$ apresentaram uma acentuada redução na TAL.

Passando-se para a cultivar Mundo Novo, nota-se que a TAL apresentou os mesmos valores para as plantas expostas às velocidades médias de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$ e $1,0 \text{ m.s}^{-1}$. A exemplo do ocorrido com relação à cultivar catuaí, as plantas submetidas a $2,0$ e $3,0 \text{ m.s}^{-1}$ também tiveram uma drástica redução na TAL.

Analisando comparativamente os valores obtidos para as duas cultivares, observa-se que a TAL foi a mesma para as plantas expostas ao fluxo natural de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$. Entretanto, quando submetidas às velocidades de $1,0$ e $2,0 \text{ m.s}^{-1}$, a cultivar Catuaí apresentou uma TAL superior à cultivar Mundo Novo. Por outro lado, as duas cultivares apresentaram valores médios da TAL muito próximos, à velocidade média de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$.

FIGURA 18 - Taxa de assimilação líquida (TAL) de mudas de cafeeiro, cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho.

4.12 - AVALIAÇÃO DOS DANOS OCORRIDOS ÀS PLANTAS

As notas subjetivas atribuídas às plantas das duas cultivares encontram-se na Tabela 11. Analisando-se os dados obtidos, conclui-se que não houve diferença marcante entre o comportamento das duas cultivares, sob as velocidades de vento estudadas. Pode-se observar ainda que os danos mecânicos se acentuaram com o aumento da velocidade do vento. (Ver Figura 19).

TABELA 11 - Notas de dano provocado pelo vento em mudas de cafeeiro, das cultivares Mundo Novo (M.N.) e Catuaí Vermelho (C.V.)

Cultivares	Velocidades médias (m. s ⁻¹)	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
Mundo Novo	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	3,25
	2,0	6,0	4,5	5,0	6,5	5,50
	1,0	9,0	9,5	9,0	7,5	8,75
	0,08	10,0	10,0	10,0	10,0	10,00
<hr/>						
Catuaí Vermelho	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	3,37
	2,0	6,0	3,0	3,0	7,0	4,75
	1,0	8,5	8,0	8,0	7,5	8,00
	0,08	10,0	10,0	10,0	10,0	10,00

(*) Nota 10 = Plantas sem nenhum dano mecânico
 Nota 01 = Plantas com todas as folhas lesionadas.

FIGURA 19 - Aspecto do dano provocado pelo vento de $3,0 \text{ m.s}^{-1}$, em uma muda de cafeeiro cultivar Mundo Novo.

5 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente experimento permitem extrair as seguintes conclusões:

- A - A partir da velocidade média de $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, as plantas a apresentaram acentuada redução nos incrementos de altura, comprimento dos internódios, peso total de matéria seca, taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo, caracterizando um efeito prejudicial do vento.
- B - Os incrementos no comprimento dos ramos plagiotrópicos diminuíram à medida que aumentou a velocidade do vento.
- C - Somente as plantas da cultivar Catuaí expostas a $2,0$ e $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ apresentaram incrementos consideravelmente menores no número de ramos plagiotrópicos emitidos.

- D - O diâmetro do caule teve incrementos maiores nas plantas expostas a $1,0$ e $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, em resposta ao estímulo mecânico do vento.
- E - Os incrementos de área foliar diminuíram à medida que aumentou a velocidade do vento.
- F - Quando as plantas foram submetidas às velocidades de $1,0$ e $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, a cultivar Catuaí apresentou maior taxa de transpiração e coerentemente, maior peso de matéria 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.
- G - Os danos mecânicos se acentuaram com o aumento da velocidade do vento, tornando-se severos nas plantas submetidas a $2,0$ e $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

6 - LITERATURA CITADA

BRIGGS, L. J. e H. L. SHANTZ, 1916.a. Hourly transpiration rate on clear days as determined by cyclic environmental factors. Journal of Agricultural Research, 5(14): 583-650.

BRIGGS, L. J. e H. L. SHANTZ, 1916.b. Daily transpiration during the normal growth period and its correlation with the weather. Journal of Agricultural Research, 7(1): 155-212.

CHANG, Jen-Hu, 1974. Climate and agriculture. Aldine Publishing Company, Chicago, U.S.A., 3.^a edição.

CARDOSO, R. M. L. e S. K. MOHAN, 1979. Ocorrência e intensidade de cretamento bacteriano causado por *Pseudomonas garcae* em relação a alguns fatores climáticos, no Estado do Paraná. In: Resumos do 7º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Araxá, MG, p. 65-66.

- CARVALHO, A. ; C. A. KRUG ; J. E. T. MENDES ; A. ANTUNES FILHO; H. MORAES ; J. ALOISI SOBRINHO ; M. V. MORAES e T. R. ROCHA, 1952. Melhoramento do Cafeeiro. IV - Café Mundo Novo. Bragantia, Campinas, SP, 12: 97-129.
- CARVALHO, A., 1975. O café Catuaí. Atualidades Agronômicas, Brasil, 2(12): 8-9.
- COPELAND, E. B., 1906. On the water relations of the coconut palm. Philippine Journal of Science, 1: 6-57.
- DARWIN, C., 1881. The power of movement in plants. D. Appleton and Co., New York, U.S.A.
- DENEKE, H., 1931. Uber den enfluss bewegter luft auf die kohlenzureassimilation. Jahr Wiss Bot, 74: 1-32.
- FAZUOLI, L. C., 1977. Avaliação de progênies de Café Mundo Novo (*Coffea arabica* L.). Tese de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP., 146 pp.
- FINNELL, H. H., 1928. Effect of wind on plant growth. Journal of American Society Agronomy, 20: 1206-10.
- FISHER, R. A., 1920. Some remarks on the methods formulated in a recent article on "The Quantitative Analysis of Plant Growth". Annals of Applied Biology, 7: 367-372.
- GUIMARÃES, P. M. e A. S. VIANA, 1979. Quebra vento plástico em lavoura cafeeira. Observações preliminares. In: Resumos do 7º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Araxá, MG, p. 194-195.

- HAMMER, P. A. ; C. A. MITCHELL e T. C. WEILER, 1974. Height control in greenhouse chrysanthemum by mechanical stress. Hortscience, 9: 474-475.
- KIRKHAM, M. B., 1977. Water potential and turgor pressure as a selection basis for wind grown winter wheat. Agricultural Water Management, 1(4): 343-349.
- LARSON, P. R., 1965. Stem formation of young *Larix* as influenced by wind and pruning. Forestry Science, 11: 412-424.
- LOVELIUS, N. B., 1973. Wind direction and plant growth. Geograficheskoye obshchestvo, 105(4): 365-367.
- MARTIN, E. V. ; F. E. CLEMENTS, 1935. Studies on the effect of artificial wind on the growth and transpiration of *Helianthus annuus*. Plant Physiology, 10: 613-636.
- MITCHELL, C. A. ; C. J. SEVERSON ; J. A. WOTT e P. A. HAMMER, 1975. Seismomorphogenic regulation of plant growth. Journal of the American Society for Horticultural Science, 100(2): 161-165.
- SEYBOLD, A., 1929. Die pflanzlich Transpiration. Ergebnisse der Biologie, 5:2 9-165.
- SEYBOLD, A., 1931. Weitere Beitrage zur kenntnis der Transpiration analyse. Planta, 13: 118-28 - 14: 386-410.
- SEYBOLD, A., 1932. Weitere Beitrage zur kenntnis der Transpiration analyse. Planta, 16: 518-525.

- SEYBOLD, A., 1933. Zur klarung des begriffes Transpiration-widerstand. Planta, 21: 353-365.
- TOOD, E. W. ; D. L. CHADWICK e S. O. TSAI, 1972. Effects of wind on plant respiration. Physiologia Plantarum, 27(3): 342-346.
- VIANA, A. S. ; A. P. CAMARGO e D. R. FERNANDES, 1978. Estudos de espaçamentos de quebra-ventos temporários para café em formação. In: Resumos do 6º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Ribeirão Preto, SP. p. 42-45.
- VOLPE, C. A. ; P. H. CARAMORI e J. R. FERNANDES, 1981. Estimativa da área foliar de mudas de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo LCP 379-19 e Catuaí H 2077-2-5-81, através de medidas lineares das folhas. In: Resumos da 33ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Salvador, Bahia. p. 5.
- WADSWORTH, R. M., 1959. An optimum wind speed for plant growth. Annals of Botany, 23(89): 195-199.
- WATSON, D. J., 1952. The physiological basis of variation in yield. Advances in Agronomy, 4: 101-145.
- WHITEHEAD, F. H., 1957. Wind as a factor in plant growth. In: Control of the plant environment. Butterworth Scientific Publications, London.
- WHITEHEAD, F. H., 1962. Experimental studies of the effect of wind on plant growth and anatomy. II - *Helianthus annuus*. New Phytologist, 61: 59-62.

7 - A P Ê N D I C E

APÊNDICE 1 - Valores médios de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (UR) e umidade absoluta (UA), obtidos a partir da cotação dos valores horários no período compreendido entre 7 e 17 horas

Dia	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	U.R. (%)	U.A. ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)
04/02	33,8	48,4	17,93
05/02	28,3	66,4	18,31
06/02	30,4	57,4	17,74
07/02	28,3	61,2	16,88
08/02	27,9	64,3	17,35
09/02	29,0	59,3	16,98
10/02	28,7	63,5	17,90
11/02	29,4	61,8	18,09
12/02	31,5	54,0	17,70
13/02	28,9	60,1	17,12
14/02	30,0	57,7	17,45
15/02	29,8	53,0	15,85
16/02	29,6	52,1	15,42
17/02	30,3	47,3	14,54
18/02	29,7	50,6	15,06
19/02	28,0	57,4	15,57
20/02	26,0	64,8	15,74
21/02	24,4	74,4	16,51
22/02	27,6	58,1	15,41
23/02	27,4	55,5	13,36
24/02	28,2	55,2	15,14
25/02	25,7	64,3	15,35
26/02	26,3	60,9	15,04
27/02	27,9	53,2	14,36
28/02	30,0	48,3	14,61
01/03	29,1	53,1	15,30
02/03	27,8	49,8	13,36
03/03	29,7	58,0	17,26
04/03	28,6	61,4	17,21
05/03	26,5	63,4	15,83
06/03	26,8	59,4	15,08
07/03	27,8	64,2	17,22
08/03	25,6	71,5	16,97
09/03	27,0	62,2	15,96

APÊNDICE 2 - Velocidade média do vento junto ao lote de plantas expostas ao fluxo de ar natural

Dia	Percurso (m) *	Velocidade média (m.s ⁻¹)
01/02	2.985	0,083
02/02	3.156	0,088
03/02	3.250	0,090
04/02	3.072	0,085
05/02	3.868	0,107
06/02	4.585	0,127
07/02	3.560	0,099
08/02	1.863	0,052
09/02	2.479	0,069
10/02	2.757	0,077
11/02	2.495	0,069
12/02	4.097	0,114
13/02	4.540	0,126
14/02	---	---
15/02	2.408	0,067
17/02	1.836	0,051
18/02	1.571	0,044
19/02	2.895	0,080
20/02	3.065	0,085
21/02	2.026	0,056
22/02	3.381	0,094
23/02	---	---
24/02	3.009	0,084
25/02	2.371	0,066
26/02	3.234	0,090
27/02	2.976	0,083
28/02	2.668	0,074
01/03	3.085	0,086
02/03	2.288	0,064
03/03	2.171	0,060
04/03	5.300	0,147
05/03	3.640	0,101
06/03	2.259	0,063
07/03	1.925	0,053
08/03	1.895	0,053
09/03	3.158	0,088
Média		0,084

(*) Percurso do anemômetro dez horas após o seu acionamento.