

CARACTERÍSTICAS DO VENTO E SUAS IMPLICAÇÕES EM ALGUMAS PLANTAS

JOSE CARLOS OMETTO PAULO HENRIQUE CARAMORI

E. S. A. "Luiz de Queiroz" - C. P. 9 - 13.400 - Piracicaba

A atuação do vento sobre vegetais, seus benefícios e inconveniências, são des de a muito, objeto de estudos, pesquisas, e principalmente muitas especulações. Com informações obtidas a partir de espécies vegetais e condições de campo diferenciadas, e provável e até bem possível que ocorram informações contraditórias. Realmente isso pode ocorrer, pois as espécies vegetais são em número extremamente elevado, com características de estrutura, fisiologia e metabolismo próprias. Isto faz com que a reação a um estímulo externo, tenha sua atuação e intensidade variável a cada espécie vegetal. Além do mais, não é só particularidade associada ao elemento meteorológico vento, e sim uma característica generalizada a todos os fenômenos da natureza.

O vento é um parâmetro meteorológico definido como "massa de ar em movimento". As demais informações que completam o conhecimento generalizado do vento, restringem-se a intensidade e direção. Os trabalhos encontrados, e que serão relatados adiante, não fazem sequer menção sobre a energia interna, umidade absoluta e quantidade de movimento da massa de ar em estudo. Na distribuição de importância seguem:

- a) Quantidade de movimento (mv). É a energia associada ao produto da massa de ar pela velocidade a que está acionado. Quando o vento encontra os vegetais, parte dessa energia é transferida a folhas, galhos, troncos, e dessa interação resulta a chamada ação mecânica do vento. A intensidade dessa transferência vai desde a condição de provocar benefícios como no caso de auxílio a polinização, moderação no fluxo CO_2 , estímulo a quebra de gradiente de umidade e térmico no perfil de cultura, até o inconveniente maior de arrancamento do vegetal, passando por quebra de folhas, galhos, ou mesmo causando anomalias morfológicas nas regiões das axilas dos galhos, ou colo da planta, além de provocar condições propícias aos ataques de pragas e doenças.
- b) A energia interna da massa de ar é expressa pela sua temperatura. Essa energia intrínseca à massa de ar pode, assim como a quantidade de movimento, trazer benefícios à planta, estimulando a evapotranspiração cuticular e estomática a níveis compatíveis com seu metabolismo, regulando dessa maneira a assimilação fotossintética e a respiração. Mas a massa de ar pode também ter a sua energia interna em níveis tão baixos que a transferência desse estado de baixa energia às plantas resulta em aumento na densidade do líquido celular, provocando a queda na velocidade das reações bioquímicas e causando dessa maneira défices fisiológicos na planta. Por outro lado, a massa de ar pode estar acionada de alta energia, e essa condição provocar uma rápida perda d'água por evapotranspiração, mais de caráter cuticular que estomática, alta respiração, baixa eficiência fotossintética, aceleração da velocidade nas reações bioquímicas, enfim uma série de distúrbios fisiológicos, incompatíveis com as funções metabólicas ideais da planta.
- c) A umidade absoluta da massa de ar é expressa pela quantidade de vapor d'água contido por metro cúbico de ar. Essa quantidade de vapor d'água é associada à energia da massa, pois a capacidade de contenção de umidade é função da energia interna da massa. Também esse parâmetro pode ser benéfico quando a umidade é ligeiramente alta, e danoso quando é muito baixa, pois dessa maneira induz a uma elevada taxa de evapotranspiração cuticular e estomática, pois o défice da saturação é muito grande, ocasionando

assim a quebra de condutividade hidráulica solo-planta, resultando em seca temporária, provocando o fechamento de estômatos com quebra da eficiência fotossintética. Quando a umidade da massa permanecer muito elevada, pode vir causar um estímulo excessivo a proliferação de doenças na planta.

Devido a essa ação 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 dos ventos 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, 1917 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 testemuhas concluiu que foi reduzida em aproximadamente 50% a produção de matéria seca, e esta, por sua vez precisarão 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.

Devido a condições de sobrevivência, a perda d'água em uma superfície vegetada está estreitamente ligada a eficiência fotossintética. DENEKE em 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 $1,6 \text{ m.s}^{-1}$. Essa informação de DENEKE, vem anteceder trabalhos atuais, os quais indicam como sendo de $1,4 \text{ m.s}^{-1}$ a $1,6 \text{ m.s}^{-1}$, a velocidade de vento mais conveniente e útil ao estímulo das atividades fisiológicas, na maioria das plantas.

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 em água. A análise do índice de área foliar, da altura do 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 a fim de não perder água, e em parte devido a ação mecânica do vento na superfície da folha.

Em 1957, WHITEHEAD, utilizou plantas de milho em seus ensaios. O milho é uma planta de rápido crescimento, e portanto, utiliza elevado volume em água. O autor expôs plantas de milho ao vento com velocidade constante de $13,4 \text{ m.s}^{-1}$ durante 40 dias, e confrontou os resultados com plantas de milho colocados fora da ação desse vento. O confron-

to mostrou que as plantas sujeitas ao vento de $13,4 \text{ m.s}^{-1}$, tiveram suas folhas aumentadas em comprimento, espessuras, número de nervuras secundárias e número de estômatos por mm^2 , sendo esses de menor secção. O vento provocou ainda um aumento no déficit em água nas folhas, mesmo quando as raízes estavam supridas em água adequadamente. Nota-se que nas variações anatómicas ocorridas a natureza procura adaptar as plantas às condições adversas, quando aumenta o comprimento para maior estabilidade e a espessura em número de nervuras para maior resistência, e aumentando o número, com conseqüente redução da secção para o estômatos, procura controlar melhor a perda d'água. Quando houver o déficit em água nas folhas apesar da planta estar com o sistema radicular em contínuo suprimento d'água, advém de ser maior a velocidade de perda pelas folhas, que a absorção no solo.

Trabalhando em hortaliças, WADSWORTH em 1958, utilizou o nabo (*Brassica napus*) em seus ensaios, relativos a 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 anteriormente, 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 à partir de superfície do solo. Essa condição do nabo desenvolver-se junto a superfície do solo, explica o fato de melhor se adaptar à baixas velocidades do vento.

Em 1961, o mesmo WHITEHEAD, utilizou plantas de Girassol, e as expôs as 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 superior à das plantas expostas à maior velocidade. A matéria seca produzida, também nesse caso, teve um comportamento inversamente proporcional a velocidade do vento, em relação a 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 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 à 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 a 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.

Quanto às espécies cítricas, BRODRICK (1970) observou que o vento além de ser em determinadas circunstâncias agente diretamente prejudicial, ele pode vir a ser causador de malefícios indiretamente. BRODRICK observou que o vento é o parâmetro mais importante na ocorrência de cicatrizes nas frutas, o qual é seguido sempre de um trips (*Scirtothrips aurantii*). Quando BRODRICK simulou injúrias à partir de vento produzido, observou no conjunto de frutas em início de crescimento, o aparecimento de cicatrizes contínuas e acinzentadas. Quando a exposição ao vento se dava em frutos em fase final de crescimento, estes somente apresentavam pequenas cicatrizes. Ainda sobre frutas, TURNER (1970) afirma que a bananeira tem seu crescimento correlacionado positivamente com a velocidade

do vento. Infelizmente TURNER não procede, nem sucede algum limite para a velocidade do vento.

Outro aspecto interessante foi relatado por NEEL e HARRIS (1971) que provocavam diariamente durante 30 segundos uma agitação moderada em *Liquidambar styraciflua*, por vocando uma redução de 20 à 30% do seu crescimento em relação as plantas sem agitação. Os servaram também que a agitação estimulou a planta a emitir brotos laterais, no intervalo das três primeiras semanas, enquanto as não agitadas não emitiram brotos 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, CHADWICK e TSAI (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 à partir de velocidades de vento próxima 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 elevada, sugerindo que a resposta se dá à 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.

Quanto aos benefícios ocorrentes em condições de campo, com a diminuição da incidência e velocidade dos ventos, WAISTER (1972) mostrou, em seu trabalho, no qual insere um quebra-ventos atuando junto a uma cultura de morangos. Verificou que a redução na velocidade média do vento de $1,6 \text{ m.s}^{-1}$ à $1,1 \text{ m.s}^{-1}$, provocou um aumento médio de 56% na produção de morangos, durante um período de três anos. Quanto à precocidade da planta, o autor não encontrou alteração alguma com a variação da velocidade do vento, enquanto que, em relação a homogeneidade de produção anual, esta foi bastante acentuada.

Em 1973, ARMBRUST e PAULSEN afim de estudar os estímulos ao metabolismo do nitrogênio em plantas, utilizaram plântulas de soja e as submeteram a um vento de $13,4 \text{ m.s}^{-1}$, com alternância conjunta de fluxo de areia durante um período de 40 minutos. Observou que esse tratamento causava um decréscimo na atividade da redutase do nitrato e que, quando cessava a exposição ao vento, ocorria um aumento no teor de nitrato. Em análise contínua observaram que após 24 horas do término da exposição, a atividade da redutase do nitrato passou a ser maior nas plantas tratadas, e assim, permanecendo durante um período de aproximadamente 40 dias.

Ainda em 1973, LOVELIUS, 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.

Em 1974, BUBENZER e WEIS, interessavam-se em saber o que poderia ocorrer com pulsos de vento, em algumas fases fenológicas das plantas. Para tal utilizaram feijão (*Phaseolus vulgaris*) e ervilha (*Pisum sativum*), os quais se desenvolviam em condições de campo, e que foram submetidos durante um tempo de 20 minutos, a ação de vento com velocidade de $15,5 \text{ m.s}^{-1}$, nos estágios iniciais de crescimento e na fase de florescimento, por intermédio de um túnel de vento diretamente no campo. O resultado final mostrou que houve queda de produção nas duas espécies estudadas. Especificamente no feijão, as plantas mais afetadas foram aquelas expostas ao vento, no período de florescimento. Quanto a er

vilha, tanto as parcelas expostas na fase de "seedlings", como as expostas no período de florescimento, tiveram igualmente prejudicada a produção.

Ainda em 1974, HAMMER, MITCHELL e WEILER sugeriam a agitação mecânica, em substituição ao estímulo químico, afim 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 à ação mecânica.

Em 1975, MITCHELL e outros, utilizando plantas de tomate e ervilha submetidas à 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 no 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.

Em 1977, ALBRIGO procurou analisar o desenvolvimento de cicatrizes em frutos cítricos. Associou com o comportamento sazonal, a direção e velocidade do vento. Encontrou que, durante o período da primavera, quando os frutos eram jovens e a velocidade média do vento era maior, ocorria uma maior suscetibilidade por parte dos frutos em relação à velocidade do vento. E correlacionando a variação anual do total de frutos com cicatrizes, com o número total de horas de fortes ventos sobre esses mesmos frutos quando jovens, encontrou alta significância. Na Austrália FREEMAN (1977) observando cicatrizes provocadas por ventos em cascas de frutas, concluiu que estas ocorrem quase exclusivamente dentro de 12 semanas após a abertura das flores, quando coincide o período de maior frequência e intensidade dos ventos.

Ainda em 1977 KIRKHAM trabalhou com trigo. Utilizou-se de duas variedades, sendo uma considerada sensível à seca (Ponca), e outra considerada resistente à seca (Kañ 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 em 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.

Uma informação importante foi obtida em 1978, no CepLac, Bahia, onde ALVIM, ALVIM e LEITE estudaram o comportamento de mudas de cacau (*Theobroma cacao*) recém-transplantadas, as quais foram submetidas a condições variáveis de vento e radiação solar. A ação mecânica dos ventos nas plantas, ocasionou intensa queda de folhas, principalmente na região do pulvinulus. Essa condição adversa que o vento provoca, foi considerada pelos autores ser a principal responsável por danos às plantas, e concluem a partir disso, que a utilização de eficientes quebra-ventos iria possibilitar o cultivo da planta em pleno sol, o que sem dúvida além de poder vir a acarretar aumento de produção devido a maior intensidade fotossintética, viria também eliminar inconvenientes causados pelo sombreamento, tais como concorrência em água, aumento da incidência de pragas e doenças, e também de tratamentos culturais.

Trabalhando com tomateiro, PRECHEUR, GREIG e ARMBRUST (1978) realizaram uma série de medições após submeterem "seedlings" a ventos de $1,34 \text{ m.s}^{-1}$, acompanhado ou não de um fluxo de areia de $6 \text{ g.cm}^{-1}.\text{min.}^{-1}$, intercalados, a cada 10 e 20 minutos. Observaram que a simples exposição do vento, seja por 10 ou 20 minutos, não provocou alterações alguma na anatomia das plantas, mas quando o vento foi associado ao fluxo de areia, apareceram alterações anatómicas. As plantas todas, sem exceção, tiveram o peso da matéria seca, assim como de fotossíntese líquida. Cessado o tratamento, um dia após, a taxa respiratória líquida em confronto com as plantas não tratadas mostrou igualdade, enquanto que a taxa fotossintética líquida levou cinco dias para tal.

Em café, VIANA, CAMARGO e FERNANDES (1978), utilizando-se de um quebra-vento de *guanhu* (*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 contruídos com lençóis plásticos. Dessa maneira os observadores concluíram quanto da importância do vento na disseminação dessa doença.

Essa extensa relação de pesquisas realizadas com as mais variadas espécies vegetais, sob condições as mais diferenciadas possíveis, houve por bem mostrar-nos a extensão da gama de resultados obtidos, os quais se comprovaram por vezes, e por outras se contradiziam. Isso é próprio de um parâmetro, extremamente variável em sua atuação como é o vento. Como já dito anteriormente, a energia a qual esta acionado, assim com a intrinseca a ele, juntamente com a umidade e as partículas também associadas, variando em concentração e energia cinética, podem vir a causar inúmeras consequências diretamente, assim como indiretamente, sendo que a intensidade desses danos tem uma grande parcela devida à espécie de planta, o estágio fenológico a que se encontra, e finalmente às condições gerais do meio ambiente.

SUMMARY

The present work deals with conceptuating wind as a meteorological parameter, with examples of its different effects on a number of plants and consequently different results obtained. The examples were collected from research works published since 1881 by DARWIN and later, in chronological order, up to GUIMARÃES and VIANA in 1979. In this manner it is possible to follow the trend of the investigators' work with a view to learning the effects of wind actuation, particularly on young plants.

LITERATURA CITADA

- ALBRIGD, L.G. 1977. Influence of prevailing winds and hedging on citrus fruit wind scar. Proceedings of the Florida State Horticulture Society. 89:55-59.
- ALVIM, R.; ALVIM, P. de T. e LEITE, R.M.O. 1978. Mechanical injury of wind to recently transplanted cacao seedlings as related to the shade problem. Revista Theobroma (Brasil) 8:117-124.
- AOND, H.; YANASE, Y. e SUGII, S. 1974. Investigation on the mechanism of the briny wind damage in tea field. Agricultural Meteorology, 30(3):131-140.
- ARMBRUST, D.V. e PAULSEN, G.M. 1973. Effect of wind and sandblast injury on nitrate accumulation and on nitrate reductase activity in soybean seedlings. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 4(3):197-204.
- ARMBRUST, D.V.; PAULSEN, G.M. e ELLIS JR., R. 1974. Physiological responses to wind and sandblast-damaged winter wheat plants. Agronomy Journal: 66(3):421-423.
- BRIGGS, L.J. e SHANTZ H.L. 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 SHANTZ H.L. 1916 b. Daily transpiration during the normal growth period and its correlation with the weather. Journal of Agricultural Research, 7(1):155-212.
- BRODRICK, H.T. 1970. Investigations into blemishes in citrus fruits. South African Citrus Journal (447):7-11. 13-17, 19-25.
- BUBENZER, G.D. e WEIS, G.G. 1974. Effect of wind erosion on production of snap beans and peas. Journal of the American Society for Horticultural Science 99(6):527-529.
- CHANG, JEN-HU. 1974. Climate and agriculture. Aldine Publishing Company, Chicago, U.S.A., 3a. edição.
- CLAFLIM, L.E.; STUTEVILLE, D.L. e ARMBRUST, D.V. 1973. Wind-blown soil in the epidemiology of bacterial leaf spot of alfafa and common blight of bean. Phytopathology, 63(11):1417-1419.

- 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.
- DENEKE, H. 1931. Über den einfluss bewegter luft auf die kohlendureassimilation. *Jahr. wiss bot* 74, 1-32.
- DECKER, J.P. 1942. The effect of air supply on apparent photosynthesis. *Plant physiology*, 22:561-71.
- DOWMES, J.D.; FRYREAR, D.W.; WILSON, R.L. e SABDTA, C.M. 1977. Influence of wind erosion on growing plants. *Transactions of the ASAE*, 20(5):885-889.
- FINNELL, H.H. 1928. Effect of wind on plant growth. *Journal of American Societ of Agronomy*, 20:1206-10.
- FREEMAN, B. 1976. Rind blemish of citrus. I-Initiation and development *Scientia Horticulturare*. 4(4):317-327.
- GUIMARÃES, P.M. e VIANA, A.S. 1979. Quebra vento plãstico em lavoura cafeeira. *Observações preliminares. Resumo do 79 Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Araxã, MG.* p. 194-195.
- HAMMER, P.A.; MITCHELL, C.A. e WEILER, T.C. 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.; CLEMENTS, F.E. 1935. Studies on the effect of artificial wind on the growth and transpiration of *Helianthus annuus*. *Plant Physiology*, 10.
- MITCHELL, C.A.; SEVERSON, C.J.; WOTT, J.A. e HAMMER, P.A. 1975. Seismomorphogenic regulation of plant growth. *Journal of the American Societh for Horticultural Science*, 100(2): 161-165.
- NEEL, P.L. e HARRIS, R.W. 1971. Motion induced inhibition of elongation and induction of dormancy in *Liquidambar*. *Science* 173:58-59.
- PRECHEUR, R.; GREIG, J.K. e ARMBRUST, D.V. 1978. The effects of wind and wind plus sand on tomato plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103(3): 351-355.
- SEYBOLD, A. 1929. Die pflanzliche Transpiration. *Ergebnisse der Biologie*, 5:2 9-165.
- SEYBOLD, A. 1931. Weitere Beitrage zur kennntnis der Transpiration analyse. *Planta*, 13-18 -28. 14:386-410.
- SEYBOLD, A. 1932. Weitere Beitrage zur kennntnis der Transpiration analyse. *Planta*, 16:51B -525.
- SEYBOLD, A. 1933. Zur klarung des begriffes Transpirationwiderstand. *Planta*, 21:353-367.
- SILVA, C.G. e SILVA, M.U.J. 1971. A survey of wind damage in rubber plantations *Bulletin of the Rubber Research Institute, Malasya*, 6(1/2):1-11.
- STALFELT, M.G. 1932. Der Einfluss des windes auf die kutikulãre und stomatãre Transpiration. *Svensk Bot. Tidsk.* 26:45-69.

- TODD, E.W.; CHADWICK, D.L. e TSAI, S.O. 1972. Effects of wind on plant respiration. *Physiologia Plantarum*, 27(3):342-346.
- TSUBOI, Y. 1961. Ecological studies on rice plants with regard to damages caused by wind. *Bulletim of the National Institute of Agricultural Science, Tokio*, nº 8, pág. 1-156.
- TURNER, D.W. Leaf tearing in bananas. *Agricultural Gaz.* 81:372-373.
- VIANA, A.S., CAMARGO, A.P. e FERNANDES, D.R. 1978. Estudos de espaçamentos de quebra-ventos temporários para café em formação. In: *Resumo do 6º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Ribeirão Preto, SP.* p. 42-45.
- WADSWORTH, R.M. 1959. An optimum wind speed for plant growth. *Annals of Botany*, 23(89): 195-199.
- WADSWORTH, R.M. 1960. Effect of artificial wind on growth rates of plants in water culture. *Annals of Botany*, 24:200-211.
- WAISTER, P.D. 1972. Wind as a limitation on the growth and yield of strawberries. *Journal of Horticultural Science*, 47(3):411-418.
- 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.
- WHITEHEAD, F.H. 1963. Experimental studies on the effect of wind on plant growth and anatomy. 3-Soil Moisture relations. 4-Growth substances and adaptive anatomical and Morphological changes. *New Phytologist*, 62(1):80-90.
- WHITEHEAD, F.H. e LUTI, R. Experimental studies of the effect of wind on plant growth and anatomy. I - *Zea mays*.
- YABUKI, K.; AOKI, M. e HAMOTANI, K. 1974. Studies on the effect of wind speed on photosynthesis. *Agricultural Meteorology*, 30(3):101-106.