D O S S I Ê T É C N I C O

Controle Climático no Ciclo Produtivo em Floricultura

Carlos Alberto de Mello Severino

Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA

Setembro
de 2007

Sumário

1	**INTRODUÇÃO**	**2**
2	**FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO**	**3**
2.1	**Fotossíntese**	**3**
2.1.1	Fase escura	4
2.1.2	Fase luminosa	4
2.2	**Biomassa**	**4**
2.3	**A qualidade**	**5**
3.	**MICROCLIMA EM AMBIENTES PROTEGIDOS**	**5**
3.1	**Radiação solar**	**5**
3.2	**Temperatura do ar**	**7**
3.3	**Umidade relativa do ar**	**8**
3.4	**Vento**	**9**
3.5	**Evapotranspiração**	**10**
3.6	**A malha termo-refletora: um método efetivo de controle climático**	**11**
3.6.1	Boa Ventilação	11
3.6.2	Distribuição uniforme da luz e absorção máxima da luz difusa	11
4.	**FOTOPERIODO**	**13**
4.1	**Cultivo em ambientes modificados**	**14**
4.2	**Resposta ao comprimento do dia ou fotoperíodo**	**14**
4.3	**As estações do ano e o comportamento fotoperiódico**	**15**
4.4	**Variação astronômica do fotoperíodo**	**16**
5	**CLASSIFICAÇÃO DAS PLANTAS QUANTO AO FOTOPERIODISMO**	**18**
6.	**INDUÇÃO FOTOPERIÓDICA AO FLORESCIMENTO**	**22**
7	**IMPORTÂNCIA DO PERÍODO ESCURO**	**23**
	Conclusões e recomendações	**24**
	Referências	**25**

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Título

Controle climático no ciclo produtivo em floricultura

Assunto

Floricultura

Resumo

A produção comercial de flores e plantas ornamentais requer respostas rápidas, baratas e continuas de crescimento das plantas, além dos fatores nutricionais e varietais o controle climático, ou seja, o manejo adequado da luz, calor, vento, temperatura, umidade do solo e do ar, além da intensidade luminosa são fatores fundamentais na atividade.

Palavras chave

Clima; condição ambiental; cultivo; estufa; flor; floricultura

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

A área mundial total coberta por estufas é de aproximadamente 200 mil hectares (Hanafi & Papasolomontos, 1999). No Brasil, a área cultivada sob plástico é de cerca de 2 mil hectares. Apenas no Estado de São Paulo, de acordo com levantamento realizado em 1995, pela Associação dos Engenheiros Agrônomos, havia 897 hectares de estufas, 59% dos quais destinavam-se à produção de hortaliças e 39% à produção de plantas ornamentais (FNP, 1999).

O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais movimenta em torno de R$ 1 bilhão ao ano e possui uma taxa de crescimento anual de 20%, podendo ser considerado um dos maiores de toda a economia brasileira, com uma crescente parte desse total, destinando-se à exportação. Segundo o Instituto Brasileiro de Flores (IBRAFLOR), entidade que une associações, produtores e profissionais do setor, a floricultura gera cerca de R$ 1,5 bilhão ao ano e arrecada com a exportação um valor de aproximadamente US$ 12 milhões, valor este considerado muito aquém do seu potencial.

Em Outubro de 2000 foi assinado o convênio entre o IBRAFLOR e a Agência de Promoção de Exportações (APEX), o qual tem como principal objetivo ampliar as exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais, passando dos atuais US$ 13 milhões para US$ 80 milhões ao ano (IBRAFLOR, 2001). Considerando, ainda, o mercado interno brasileiro, somente as classes A, B e C (alta), grupo que pode ser comparado às populações médias dos países desenvolvidos pode chegar a um consumo estimado de US$10,00 per capita/ano. A TAB.1 apresenta a quantidade de flores comercializadas no mercado interno brasileiro, no período de 1997 a 1999. (SEBRAE-RJ, 2003)

Tabela 1 Quantidade de flores e plantas ornamentais comercializadas no período de 1997 a

1999

	1997	1998	1999
Rosa (dz)	27.700.000	29.200.000	32.400.000
Crisântemo	11.000.000	11.000.000	13.000.000
Gérbera	460.000	460.000	560.000

Fonte: AKI, 1999 apud SEBRAE-RJ, 2003.

Parte dos produtores que cultivam em ambientes protegidos possuem um bom conhecimento sobre a fisiologia e necessidades das culturas que exploram, procurando oferecer às plantas as melhores condições para seu desenvolvimento. Estes são representados principalmente pelos produtores de flores e plantas ornamentais, que investem na automatização e aperfeiçoamento do manejo do ambiente protegido.

No entanto, de acordo com Tivelli (1998), dos agricultores que deram início à produção em ambientes protegidos a partir de 1990, 70 a 80% abandonaram essa atividade por volta do segundo ano de cultivo, tendo como uma das principais razões o manejo inadequado do ambiente. Tal realidade aplica-se principalmente a pequenos agricultores, seja por falta de conhecimentos ou de capital, para investimento em sistemas sofisticados.

Muitos trabalhos têm sido realizados para estudar o cultivo em ambientes protegidos e as formas para melhor conduzi-los a baixo custo, mas ainda faltam informações sobre a dinâmica do seu micro clima nas condições brasileiras, principalmente no que se refere à regulação da luminosidade, da temperatura e da umidade relativa do ar, elementos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas e à sua relação com pragas e doenças.

De acordo com Oliveira (1995), em levantamento realizado em todas as regiões brasileiras sobre o uso de ambientes protegidos, os maiores problemas enfrentados pelos agricultores, entre outros, eram as altas temperaturas; a elevada umidade; a ocorrência freqüente de doenças e pragas e, principalmente, a falta de informações a respeito do manejo do micro clima.

As plantas requerem : luz, CO_2, nutrientes, oxigênio, água e uma temperatura adequada tanto na parte aérea como nas raízes. Estes fatores são básicos no processo da fotossíntese. Graças a ela se produz biomassa, uma fração da qual será o produto aproveitável, ou seja, será a produção da qual devemos receber benefícios econômicos , assim, o rendimento de um cultivo depende de:

- A interceptação da radiação por parte dos órgãos fotossintéticos;
- A eficiência na produção de biomassa por parte da planta;
- Fração de biomassa que se destina a partes possíveis de serem colhidas.

Sobre um nível simples de análise pode-se dizer: + fotossíntese + biomassa + produção.

Em ambientes protegidos cobertos por plásticos, as alternativas mais simples e baratas utilizadas com o intuito de melhorar as condições do ambiente interno são a ventilação natural, uso de telas de sombreamento (forro e lateral) e a utilização de plásticos opacos (branco leitoso).

2 FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO

- Fotossíntese;
- Biomassa;
- Qualidade

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

2.1 Fotossíntese

No processo de fotossíntese, costuma-se diferenciar duas fases:

2.1.1 Fase escura:

Não requer a presença de luz. Trata-se de uma rota metabólica que incorpora o carbono do CO_2 atmosférico para formar compostos carbonatados (que correspondem a 85-90% do peso seco das plantas). conhecido ciclo de Calvin para as plantas C_3, a via *Hatch-Slack* para as C_4 e o ciclo CAM. A maioria das plantas de interesse agrícola é do tipo C_3.

2.1.2 Fase luminosa:

Nesta fase, graças a um processo fotoquímico nos pigmentos dos cloroplastos (clorofila a e b, carotenóides e xantofilas) se obtêm as moléculas que contribuirão para a formação de energia necessária para levar ao fim a fase escura da fotossíntese, ou seja, para obter maior fotossíntese necessita-se de luz e CO_2 , espaço e água.

Quanto maior a superfície foliar, maior interceptação da radiação e maior fotossíntese bruta. Quanto maior a intensidade de radiação, maior fotossíntese (sempre até limites que dependem de cada espécie e variedade).

A maior difusão de CO_2 da atmosfera até os cloroplastos provê maior fotossíntese. O fator maior importância na difusão é a abertura estomática: com excesso de temperaturas o déficit hídrico, produz o fechamento de estômatos. A difusão de CO_2 também é afetada pela concentração deste gás no ar que circunda a folha, a turbulência. As baixas concentrações de CO_2 nas plantas C_3 pode produzir fotorrespiração devido à incorporação do O_2 no ciclo de Calvin.

2.2 Biomassa

Os valores de fotossíntese que uma planta alcança não têm porque corresponder diretamente com a produção de biomassa. Existe uma parte que se destina a manutenção dos tecidos fisiologicamente ativos (respiração de manutenção) e outra que se destina a síntese de um novo tecido vegetal em crescimento (respiração de crescimento).

Com maior temperatura, há maior taxa de respiração e com temperaturas excessivamente baixas, as reações bioquímicas ficam mais lentas e dispõem de pouca energia para os processos de translocação de açúcares, sínteses de proteínas, formação de paredes celulares, etc. Com temperaturas extremamente altas podem ocorrer fenômenos de desnaturação de proteínas, desorganização de paredes celulares, alteração dos processos bioquímicos, etc.

Do total de biomassa formada, somente uma parte será a produção colhida (flores, frutos, folhas...). Os produtos assimilados se transportam pelo sistema vascular até os pontos de consumo. A quantidade de produtos destinados à colheita dependerá de muitos fatores. Por exemplo, em um cultivo no qual se aproveitem os frutos, a quantidade de recursos destinados ao fruto pode ser função da:

Demanda do próprio ponto de consumo*:* à medida que chegam os fotoassimilados, a planta deve ser capaz de poder utilizá-los. Caso contrário, se ajusta ao transporte de assimiladas a demanda real. Neste processo deve-se identificar o estado hormonal, de modo que a quantidade de sementes possa variar o equilíbrio e a produção dos diferentes hormônios. Em geral, quanto mais sementes, maior o peso do fruto.

Demanda de outros pontos de consumo: os assimilados são reduzidos e se distribuem por toda

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

a planta. Existe competição por eles entre as folhas, caule , raízes , flores e frutos. Se por exemplo, a planta obteve um bom desenvolvimento aéreo e radicular, poderá abortar os assimilados aos frutos . Se ao contrário não foi possível obter um desenvolvimento da superfície foliar suficiente, parte dos recursos se destinará às folhas para poder captar maior radiação e realizar mais fotossíntese.

2.3 A qualidade

Neste processo, qualidade é um conceito importantíssimo. O resultado econômico de nossa exploração *será* determinado pela quantidade de produção e também (de forma muito importante) pela qualidade. No entanto, sabe-se que a superioridade quase vital que atualmente tem a qualidade da produção ocorre devido a um mercado cada vez mais exigente.

Como exemplo, tem-se o caso da grande produção de rosas de corte para exportação, com destino ao mercado europeu e americano, onde o produto na maioria das vezes é apresentado ao consumidor em embalagens transparentes, que requer do produto uma flor de qualidade uniforme e muito bom tamanho. Assim, cabe comentar a importância que a qualidade tem, também, no setor ornamental. Um produto de baixa qualidade tem um preço muito menor, e inclusive pode não ser comercializado.

É evidente que para melhorar a qualidade, as condições que a planta irá se encontrar serão determinantes. Por exemplo: em violetas africanas, um excesso de temperatura pode produzir esterilidade do pólen, má formação de flores ou abortamento. Uma planta que tenha crescido em condições de *stress*, por iluminação inadequada ou temperatura elevada (por exemplo), será mais sensível a pragas e doenças devido a suas paredes mais finas e debilidade geral.

3 MICROCLIMA EM AMBIENTES PROTEGIDOS

A utilização de ambientes protegidos por coberturas plásticas implica diversas modificações micro meteorológicas que alteram as relações planta-ambiente. A interceptação da radiação solar pela cobertura plástica reduz a incidência desta sobre as plantas, o que, conseqüentemente, irá alterar o balanço de radiação e de energia.

Associado a isso, o processo convectivo originário do saldo de radiação positivo, é inibido pela cobertura plástica que retém o ar quente e o vapor, provocando alterações nos diversos elementos meteorológicos, em relação ao ambiente externo (SEEMANN, 1979).

3.1 Radiação Solar

A radiação solar é o principal elemento meteorológico, pois desencadeia todos os fenômenos meteorológicos, afetando todos os outros elementos como, por exemplo: temperatura, pressão, vento, umidade e chuva.

A radiação de onda curta influencia o crescimento da planta em dois aspectos: a radiação fotossinteticamente ativa (400 a 700 nm) é necessária para fotossíntese, processo básico para o desenvolvimento da planta (McCree, 1972), enquanto que o total de energia é o principal fator que afeta a transpiração (GATES, 1976).

A reflexão e a absorção promovidas pela cobertura plástica diminuem a incidência de radiação solar no interior do ambiente protegido (Seemann, 1979; Martin et al., 1982, Kurata, 1990, Sentelhas et al., 1997). Essa redução é variável em função do ângulo de incidência dos raios solares (Baytorun et al., 1994) e da transmitância do filme plástico, ou seja, do tipo (Al- Riah et al., 1989; Sentelhas et al., 1997; Critten & Bailey, 2002), idade (Reis & Carrijo, 1999) e cor do

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

filme (Sentelhas et al., 1999).

Conhecer as características de transmissividade da radiação de um material de cobertura é importante para avaliar os benefícios potenciais dos diferentes materiais, pois é as pequenas diferenças na transmitância de um material à radiação solar podem ter efeito significativo no crescimento e desenvolvimento da cultura (KITTAS et al., 1999).

Com relação a sua opacidade, coloração ou transparência, os filmes plásticos apresentam resposta diferenciada quanto à absorção, à reflexão e a transmissão das radiações de onda curta e longa (ROBLEDO & MARTIN, 1981).

De acordo com Critten & Bailey (2002), a capacidade de absorção das coberturas também é proporcional à sua espessura. Verlodt & Waaijenberg (2000) afirmam que um filme transparente transmite os raios solares sem dispersá-los, tendo por resultado a transmissão elevada da luz direta. Nas regiões com irradiância solar elevada, isso pode induzir a queimadura das plantas, flores ou frutos. Esse efeito negativo pode ser minimizado com o uso de filmes aditivados, que difundem a luz sob a estufa inteira, de modo que mesmo as partes abaixo do dossel se iluminem.

Este tipo de película é chamada de filme difuso ou opaco. Geralmente, esses tipos de filmes plásticos têm transmissão 5% menor do que um filme transparente. Essa redução é compensada por uma porcentagem maior de luz difusa, que tem um efeito positivo no desenvolvimento da cultura, especialmente naquelas que crescem eretas.Outra técnica adotada para redução da radiação solar no interior de ambientes protegidos é a pintura dos filmes de cobertura com tinta ou misturas brancas, que diminuem a carga de radiação transmitida para o interior do ambiente (BAILLE, 2001).

Em recente estudo, Kittas et al. (1999) observaram que o branqueamento aplicado em vidro realçou a proporção de radiação fotossinteticamente ativa na radiação solar incidente total, reduzindo, assim, a fração dos comprimentos de onda infravermelha que penetra no ambiente. A transmissividade depende também do comprimento de onda.

Em geral, o polietileno de baixa densidade possui alta transmissividade na faixa do ultravioleta (<300 nm), sendo esta um pouco menor na faixa do infravermelho. O PEBD transmite até 80% de radiação de onda longa. Desta forma, o efeito estufa, ou seja, a retenção de ondas longas, seria pequena, determinando temperaturas mínimas noturnas no interior da estufa não muito diferentes do ambiente externo.

Kittas et al. (1999), analisando a distribuição da radiação solar no interior de ambientes protegidos, perceberam que materiais clássicos ou tecnificados de cobertura de estufa que obscurecem o ambiente protegido, mais conhecidos como malhas de sombreamento, geralmente são considerados como neutros em relação à distribuição da radiação solar, porém podem afetar significativamente alguns comprimentos de onda, principalmente na faixa do azul.

Baille & Tchamitchian (1993) citam que a intensidade de alguns comprimentos de onda de importância biológica para plantas, insetos ou patógenos pode ser aumentada ou diminuída, dando a possibilidade de controlar seu crescimento e desenvolvimento . Em experimento realizado em Piracicaba, SP, avaliando diferentes telas de sombreamento na atenuação da radiação solar, Sentelhas et al. (1997) verificaram que as telas branca, verde e preta utilizadas no experimento apresentaram atenuações médias da radiação solar global da ordem de 26,6%, 41,2% e 55,4%, respectivamente, apesar de todas apresentarem malha de 50%.

Ricieri e Escobedo (1996) compararam em experimento a transmissão do polietileno e o polietileno associado à tela de sombreamento preta 50% em túneis. A transmissão foi, aproximadamente, 60% e 18%, respectivamente.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

3.2 Temperatura do ar

A temperatura do ar no interior de ambientes protegidos está intimamente ligada ao seu balanço de energia. Depende, portanto, dos processos de incidência da radiação solar, reflexão e re-irradiação através dos objetos no interior da estufa, convecção e condução através da cobertura e paredes, renovação do ar, evapotranspiração e troca de calor com o solo (CERMEÑO, 1993).

A renovação de ar por meio de ventilação natural através da abertura de janelas e cortinas possibilita reduções significativas na temperatura no interior de estufas de polietileno (Furlan, 2001). Segundo Seemann (1979), a temperatura do ar no interior do ambiente protegido é variável, principalmente, com o seu tamanho e volume, com o tipo de cobertura, com a abertura ou não de janelas e cortinas, com o ângulo de incidência dos raios solares e com a cobertura do solo.

Entretanto, as temperaturas mínimas e médias são pouco afetadas, ocorrendo o maior efeito sobre as temperaturas máximas. A distribuição horizontal da temperatura do ar no interior dos ambientes protegidos não é homogênea. Devido à baixa ventilação há formação de ilhas de calor no centro do ambiente, problema que nem sempre consegue ser solucionado, mesmo com a abertura das cortinas laterais e das janelas zenitais (Furlan, 2001) avaliando o micro clima no interior de túneis altos cobertos com plástico, na África do Sul, atribuíram à radiação a principal causa das altas temperaturas observadas no ambiente protegido durante o dia. No entanto, as temperaturas mínimas, quando comparadas com as do ambiente externo, não apresentaram muita discrepância.

Furlan (2001), estudando ambientes protegidos com diferentes manejos de ventilação natural e nebulização, em Piracicaba, SP, avaliou também o saldo de radiação. Os dados obtidos no mês de novembro (primavera), permitiram concluir que, entre o nascer e o pôr do sol, o saldo de radiação é maior no ambiente externo. No entanto, durante a noite quando o saldo de radiação é negativo devido à ausência de radiação solar incidente, o valor verificado sob a cobertura plástica é menos negativo, ou seja, maior no ambiente protegido do que no ambiente externo, o que, no entanto, não chegou a provocar diferenças na temperatura noturna entre os dois ambientes.

De acordo com Alpi & Tognoni (1991), as variações de temperatura verificadas no interior de estufas, notadamente no sentido vertical, são conseqüência direta dos fenômenos de transmissão de calor por irradiação, condução e, principalmente, convecção. Sendo assim, ocorre um gradiente de temperatura, no interior da estufa, variando de um mínimo, próximo ao solo, até um máximo, contíguo ao teto, o que foi observado por Buriol et al. (1997) e por Furlan (2001) em condições brasileiras.

Faria Jr. et al. (1993), avaliando cultivares de alface em ambiente protegido, bem como o micro clima formado por modelos distintos de estufas plásticas (Arco e Capela), em Ilha Solteira - SP, verificaram que os valores de temperatura máxima foram mais elevados nas estufas que na testemunha sem proteção plástica (entre 3 e 5 ºC). Em relação às temperaturas mínimas, as diferenças foram muito pequenas (0,3 ºC).

Em experimento realizado em Rio Largo - AL, comparando dois ambientes protegidos, um coberto com sombrite preto (50%) e outro por polietileno de baixa densidade, Nascimento Filho et al. (1997) constataram que em dia de céu limpo os valores de temperatura máxima do ar no interior do ambiente protegido com a tela preta foram constantemente superiores aos encontrados no ambiente coberto pelo polietileno de baixa densidade.

Na condição de dia nublado, com chuva, a temperatura do ar no exterior se manteve superior

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

aos demais ambientes, sendo os valores no interior da estufa com sombrite os mais baixos, muito semelhantes ao da estufa com polietileno de baixa densidade.

3.3 Umidade relativa do ar

De acordo com Seemann (1979), Tanaka e Genta (1982) e Farias et al., (1993) os valores da umidade relativa do ar são inversamente proporcionais à temperatura do ar e muito variáveis no interior do ambiente protegido. Desta forma, com o aumento da temperatura, durante o período diurno, a umidade relativa diminui no interior da estufa, tornando-se igual ou inferior à umidade observada externamente, sendo que, durante a noite, a umidade relativa aumenta bastante, freqüentemente próxima a 100%, devido à queda acentuada na temperatura verificada neste período, e à retenção de vapor d'água pela cobertura plástica (SENTELHAS E SANTOS, 1995; BURIOL, 2000; FURLAN, 2001).

A umidade em ambientes protegidos existe sob duas formas: vapor d'água e água liquida. Além de estar presente no solo, a água livre também pode ocorrer na superfície das plantas, muitas vezes, pela condensação do vapor d'água, resultante do resfriamento, até atingir o ponto de orvalho.

A formação de orvalho na superfície das folhas e na face interna do filme plástico é bastante comum em estufas e propicia condições favoráveis à infecção por patógenos. Além disso, a umidade absoluta do ar, originada da evapotranspiração, costuma ser maior do que no ambiente externo.

Uma das principais desvantagens da cobertura plástica em estufas é a condensação da água na face interna da cobertura (Baytorun, 1994), que precipita, aumentando o molhamento foliar.

O aparecimento e o desenvolvimento de doenças são resultante da interação entre uma planta suscetível, um agente patogênico e fatores ambientais favoráveis. O ambiente, portanto, é um componente relevante nesta interação, podendo, inclusive, impedir a ocorrência da doença mesmo quando há fonte de inoculo. Doenças altamente destrutivas podem passar despercebidas sob certas condições ambientais (BEDENDO, 1995).

Um grande diferencial na variação da umidade relativa em ambientes protegidos com cobertura plástica é a abertura ou não de cortinas e janelas. A utilização de cortinas abertas possibilita que os ventos, que circulam no interior da cobertura plástica, transportem com mais facilidade o calor sensível e o vapor d'água para o exterior, controlando a umidade e a temperatura no interior do ambiente protegido (REIS, 1997).

De acordo com Furlan (2001), com a abertura das cortinas laterais e janela zenital, a umidade relativa do ar diminui acentuadamente quando comparada com o ambiente fechado, devido à redução da temperatura do ar. O mesmo autor verificou que o sistema de nebulização, apesar de promover a redução da temperatura do ar, eleva a umidade.

Oliveira (1995), listando as principais desvantagens do emprego de casas de vegetação no Brasil, citou que nos meses mais quentes (dezembro, janeiro e fevereiro), o manejo da umidade relativa do ar e do sistema de resfriamento do ambiente, por não serem eficientes, permitem a ocorrência de condições micro climáticas de alta umidade, que provocam desordens fisiológicas como deformações e necrose de tecidos foliares. O autor enfatiza, ainda, que o controle da umidade relativa do ar, ventilação e o sistema de irrigação precisam ser melhor estudados e elaborados de acordo com o clima de cada região.

3.4 Vento

O vento aumenta a renovação de ar em torno da folha, aumentando a condutância

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

aerodinâmica, resultando em valores de transpiração das plantas mais elevados.

No interior da estufa, quando ventilada, ocorre à remoção do ar úmido, entrando ar mais seco e menos quente vindo do exterior do ambiente, o que também contribui para o aumento da evapotranspiração.

A velocidade do vento no interior da estufa é estimada em 5% do verificado externamente (Farias et al., 1994). Isto pode se constituir em uma vantagem, à medida que melhora a eficiência de defensivos, pois diminui perdas, diminui o risco de danos mecânicos às plantas e de disseminação de esporos de fungos ou outros patógenos. No entanto, os problemas relacionados com o vento no interior de ambientes protegidos estão quase sempre ligados à sua baixa velocidade.

O que se tem buscado até então, são meios de melhorar o aproveitamento do vento, visando proporcionar uma renovação do ar mais eficiente nesses ambientes, a fim de se diminuir a temperatura e a umidade excessivas. A variação da umidade do ar no interior de estufas depende principalmente da temperatura do ar e da ventilação.

Por sua vez, a temperatura do ar varia principalmente em função da densidade de fluxo de radiação solar incidente e da própria ventilação, a qual depende da área, tipo, localização e manejo das aberturas e da velocidade de troca do ar do interior com o exterior (SEEMANN, 1979; BURIOL et al., 2000; CRITTEN & BAILEY, 2002).

O resfriamento de ambientes protegidos é um assunto que tem ganhado importância nos países de clima quente, onde altas temperaturas do ar e déficit de saturação de vapor elevados são freqüentemente observados em ambientes protegidos durante o verão. Vários métodos de resfriamento do ambiente podem ser utilizados para manter condições mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas.A ventilação é um dos mais utilizados (KITTAS et al., 1999).

Há dois tipos de ventilação, a natural e a forçada. A natural depende basicamente do formato das instalações e das características climáticas regionais. A ventilação forçada ocorre através de exaustores ou ventiladores, devidamente dimensionados e posicionados nas estufas.

De acordo com Martins & Gonzales (1995a), a ventilação natural é um fator extremamente importante, pois controla a umidade relativa, evita o calor excessivo durante o dia e assegura a taxa mínima de CO_2. A ventilação natural é um dos principais mecanismos de controle das condições meteorológicas em ambientes protegidos, responsável pelos balanços de energia e de massa (água e CO_2), mas ainda é uma técnica pouco estudada devido à complexidade da sua análise (BOULARD et al., 1996).

Na ausência de vento, a ventilação natural no interior das instalações pode ocorrer pelo aquecimento diferencial do ar. O ar é um fluido cujas características resultam em expansão volumétrica à medida que a temperatura aumenta. Isto significa que o ar mais quente é menos denso que o ar mais frio, logo, o ar mais denso e frio tende a descer, e o ar mais quente e menos denso tende a subir.

Geralmente, o ar mais próximo ao solo se aquece mais rapidamente, gerando um fluxo ascendente do ar mais aquecido, podendo ser eliminado por aberturas na cobertura do ambiente, permitindo a entrada de ar mais frio pelas laterais. Esse fluxo ascendente, resultante do aquecimento diferencial do ar, que ocasiona a ventilação é conhecido como efeito "termo-sifão".

Outra grande vantagem de se utilizar estufas com sistemas de ventilação natural é que o custo de instalação e de manutenção deste tipo de sistema é bem inferior se comparado aos

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

sistemas mecânicos, pouco acessíveis aos pequenos produtores. A ventilação dos ambientes protegidos deve ser realizada nas horas em que a temperatura se eleva acima do limite ótimo de que necessitam as culturas. Portanto, as instalações devem possuir suficiente superfície de ventilação e seu mecanismo de abertura e fechamento deve ser rápido e fácil (CERMEÑO, 1994).

3.5 Evapotranspiração

A condição meteorológica é um dos principais fatores na determinação da quantidade de água evapotranspirada pelas culturas. Além dos fatores climáticos, a evapotranspiração também é influenciada pela própria cultura (área foliar) e pela disponibilidade de água no solo

Alterações no ambiente e o sistema de cultivo adotado também podem influenciar a taxa de crescimento e a evapotranspiração das culturas (Doorenbos & Pruitt, 1997). A cobertura plástica utilizada em estufas é responsável por alteração significativa no balanço de radiação que ocorre em seu interior, em relação ao ambiente externo, devido à atenuação causada pela cobertura na radiação solar incidente, o que acaba resultando em redução no saldo de radiação interno (Furlan, 2001) e, conseqüentemente, na evapotranspiração.

Assim, no interior de estufas a evapotranspiração é, geralmente, menor do que aquela que ocorre no ambiente externo, devido não somente à redução no saldo de radiação, mas também à menor ventilação e à maior umidade do ar (Pereira et al., 2002). Os principais fatores da demanda evapotranspirativa são a incidência de radiação solar e a ação dos ventos, entretanto, a temperatura elevada e a baixa umidade relativa, em alguns momentos, contribuem para o aumento da evapotranspiração no ambiente protegido.

Farias et al. (1994) relataram que a evapotranspiração dentro do ambiente protegido variou de 45 a 77% da verificada externamente. Comparando a evaporação medida em tanque classe A e em mini-tanques (diâmetro de 0,6 m de diâmetro e 0,25 m de altura), instalados no interior de estufa plástica, no período primavera-verão, em Piracicaba - SP, observaram que a evaporação interna foi, em média, 47% da evaporação externa, independente do tipo de tanque utilizado. A relação evaporação interna e externa variou de 20 a 70%, sendo essa larga amplitude atribuída à ação dos ventos, que atuam principalmente no ambiente externo.

Faccioli (1998) concluiu que o método de Penman-Monteith pode ser utilizado como padrão na estimativa do potencial de evapotranspiração no interior de ambientes protegidos por cobertura plástica. Segundo o autor, a evapotranspiração estimada pelo método de Penman- Monteith não necessita de ajustes quando se utilizam os dados obtidos no interior do ambiente protegido. Observações semelhantes foram feitas por Folegatti et al. (1997): “Os elementos meteorológicos determinados no interior da estufa são os que permitem uma melhor estimativa da evapotranspiração e a radiação solar global é o elemento meteorológico mais importante na estimativa da evapotranspiração da cultura em estufa.”

Estudando modelos para estimativa da evapotranspiração no interior de ambientes protegidos, Scatolini (1996) chegou às seguintes conclusões: o ambiente protegido altera os elementos meteorológicos de maneira não uniforme, dificultando a estimativa da evapotranspiração a partir de elementos externos. As principais variáveis a serem consideradas na estimativa da evapotranspiração no interior do ambiente protegido são a radiação solar global e o índice de área foliar, sendo que os demais elementos meteorológicos, embora influenciem a evapotranspiração, não proporcionam grandes alterações na sua estimativa (inferiores a 1%).

A redução da velocidade do vento e a contenção dos movimentos convectivos pela cobertura plástica diminuem a renovação das camadas de ar. Isso ocasiona baixos valores de gradiente de pressão parcial de vapor, o que dificulta a estimativa da evapotranspiração por este método.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

3.6 A malha termo-refletora: Um método efetivo de controle climático.

Sem dúvida alguma, o uso de malha termo-refletora de alumínio experimentou um auge muito importante nos últimos anos , demonstrando ser uma ferramenta muito eficaz. As possibilidades oferecidas pelo controle do clima durante todo o ano (de plantação a colheita, no verão, outono, inverno e primavera), junto com a possibilidade de combiná-lo com outros sistemas e a ausência de gastos no funcionamento explicam seu êxito.

De qualquer forma, esta malha deve possuir características técnicas importantíssimas que assegurem uma efetividade e proporcione condições adequadas ao cultivo durante todo o seu ciclo (assim como foi exposto, é vital dispor de ótimos valores climáticos do início ao fim do ciclo). Assim, a malha deve apresentar as seguintes propriedades:

3.6.1 Boa ventilação

Imprescindível para tornar possível seu uso no verão, para diminuir a temperatura e evitar danos tanto no sistema radicular como nas folhas. Impede o *stress* hídrico. Permite renovação do ar, portanto enriquece o ambiente com CO_2. No inverno, esta ventilação permitirá reduzir os problemas relacionados a enfermidades, como *Botrytis,* melhorar as condições de fecundação, minimizar a condensação sobre as folhas *e* no plástico, e suprimir o gotejamento.

3.6.2 Distribuição uniforme da luz e absorção máxima de luz difusa.

Desta forma se elimina o estiolamento. Consegue-se mais fotossíntese, plantas mais sadias, forma mais equilibrada e compacta, maior quantidade de flores e de frutos, melhora na qualidade, etc. Uma malha de fibras retorcidas de alumínio conseguirá deixar penetrar maior quantidade de luz e de melhor qualidade sem aumentar em excesso a temperatura durante os dias de verão.

O tecido que forma a malha deve ser totalmente aluminizado para produzir o máximo efeito térmico. Ao substituir qualquer outro material que não tenha propriedades térmicas por um segundo que tenha, se consegue proporcionar um máximo efeito de reflexão da radiação infravermelha (calor) tanto no verão para evitar o excesso de temperatura como no inverno para a economia de energia. Finalmente, é importante destacar que ao escolher uma malha termo-refletora, é imprescindível uma assessoria adequada. Convém conhecer bem os problemas e as necessidades de nosso cultivo, as propriedades da malha, o modelo mais adequado segundo todos os fatores determinantes (método de cultivo, estufa, cobertura, situação, presença de calefação e tipo, etc.), o manejo que se adapta melhor, etc.

Quadro 1 - Coeficientes de perda de calor e economia de energia em estufas

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Data	Tipo de Malha	Capacidade do forno (kcal/h)	Diferença de temperatura dentro/fora (ºC)	U[±] Kcal/h/ºC/m	Porcentagem de economia de energia (%)
2/3/94	Malha estendida Polysack	135,900	13.0	10.45	
	Malha dobrada Polysack	135,900	11.9	11.42	8.5
	Malha estendida Polysack	145,900	14.1	10.34	
	Malha dobrada Polysack	145,900	12.0	12.2	15.2
17/3/94	Malha estendida Polysack	135,900	12.0	11.3	
	Malha dobrada Polysack	135,900	11.7	11.6	2.6
	Malha estendida Polysack	145,900	12.7	11.5	
	Malha dobrada Polysack	145,900	12.2	12.0	4.2
15/3/95	Malha estendida Polysack	126,000	11.2	11.25	
	Malha dobrada Polysack	126,000	10.0	12.48	10.7
	Malha estendida Polysack	126,000	12.5	10.08	
	Malha dobrada Polysack	126,000	10.8	11.67	13.6

Definiu-se energia como: E = 100x (U1 – U2)

Fonte: PEIPER, [200-?].

4 FOTOPERIODO

O comprimento de um dia é conhecido como fotoperíodo e as respostas do desenvolvimento das plantas ao fotoperíodo são chamadas fotoperiodismo.(CHANG, 1974 apud BERGAMASCHI, [200-?]).

Há muito tempo, o homem tem conhecimento de respostas dos seres vivos à variação na duração do dia. Muitas espécies, tanto vegetais como animais, têm o seu ciclo vital (ou pelo menos parte dele) regulado pelo fotoperíodo. Tanto animais ditos “inferiores” (insetos, por exemplo) como muitos mamíferos e outros animais de grande porte manifestam influências à variação na duração do dia. Porém, é no estudo da fenologia vegetal que as atenções e as aplicações do fotoperiodismo sempre foram maiores. (BERGAMASCHI, [200-?])

Do ponto de vista agronômico, o maior interesse pelo estudo do fotoperiodismo decorre das respostas de muitas espécies importantes à variação na duraçã o do dia, no processo de indução ao florescimento, afetando fortemente todo o desenvolvimento fenológico das plantas. (BERGAMASCHI, [200-?])

A primeira publicação científica importante sobre fotoperiodismo foi feita por Garner & Allard (1920). Ainda em 1906, trabalhando com uma cultivar antiga de fumo Maryland Narrowleaf, eles observaram que algumas plantas cresceram a uma grande altura, produzindo um número extraordinário de folhas. A partir dessas plantas, foi selecionada uma nova cultivar de fumo (Maryland Mammoth), de florescimento muito tardio. (BERGAMASCHI, [200-?])

De acordo com Bergamaschi ([200-?]),

> As plantas dessa nova cultivar eram mortas pelas geadas de outono, antes que

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

o florescimento ocorresse. Porém, cultivadas em casa-de-vegetação no inverno, elas floresciam e produziam sementes normalmente. Eles também descobriram que, mesmo em casa-de-vegetação, as plantas não floresciam se o dia fosse prolongado por luz artificial.O estudo do “gigantismo” das plantas de fumo despertou o interesse para estudos mais aprofundados, tanto por aspectos relacionados à produção de folhas como pelo interesse científico. Posteriormente, o mesmo comportamento foi observado em diversas outras cultivares de fumo.

Mais tarde, várias outras espécies vegetais foram estudadas por Garner e Allard. Eles descobriram que, além do efeito sobre a formação de flores, frutos e sementes, o fotoperíodo tem influência sobre o crescimento vegetativo, a formação de bulbos e tubérculos, o processo de ramificação, a forma das folhas, a abscisão e queda de folhas, a formação de pigmentos, pubescência, desenvolvimento radicular, dormência e morte de plantas. Verificou-se que fluxo de luz necessário para provocar resposta fotoperiódica é tão baixo que mesmo o crepúsculo, antes do nascer-do-sol e depois do pôr-do-sol, é efetivo (CHANG, 1974 apud BERGAMASCHI, [200-?]).

Em soja (Garner e Allard,1920 apud Bergamaschi, [200-?]) observaram que, quando semeadas em épocas sucessivas, certas cultivares mostravam forte tendência de florescer em datas aproximadas, independentemente de quando haviam sido semeadas. Em outras palavras, quanto mais tarde fosse feita à semeadura, mais curto era o período de crescimento até o florescimento.

Em trabalhos feitos com soja no inverno, utilizando diferentes níveis de aquecimento (em estufa) para avaliar o efeito da temperatura sobre a produção de óleo, verificou-se que as plantas começavam a florescer antes que tivessem atingido um crescimento normal, dificultando os estudos. Como no caso do fumo Mammoth, a época do ano em que as plantas crescem também exerce grande influência sobre o crescimento e a reprodução da soja. (BERGAMASCHI, [200-?])

Na publicação original de (Garner e Allard, 1920 apud Bergamaschi, [200-?]), maiores destaques são dados aos trabalhos de campo com soja. Foram utilizadas quatro cultivares, com ciclos de maturação distintos: Mandarin (mais precoce), Peking, Tokyo e Biloxi (mais tardia). A TAB. 2 resume os principais eventos fenológicos dos quatro genótipos, evidenciado as diferentes respostas à variação na época de cultivo.

Tabela 2 - Efeito da data de semeadura sobre a data de florescimento de soja, cultivado no campo em Arligton - Virgina, 1909

Emergência plantulas	**Mandarin**		**Peking**		**Tokyo**		**Biloxi**	
	Data flor.	Dias p/ flor.	Data flor.	Dias p/ flor.	Data flor.	Dias p/ flor.	Data flor.	Dias p/ flor.
02/05	11/06	40	08/07	67	28/07	87	04/09	125
16/05	14/06	29	11/07	56	28/07	73	02/09	109
02/06	28/06	26	28/07	56	11/08	70	04/09	94
16/06	11/07	25	06/08	51	16/08	61	11/09	92
03/07	27/07	24	16/08	44	26/08	56	18/09	77
15/07	06/08	25	22/08	38	31/08	47	22/09	69
02/08	26/08	24	06/09	35	11/09	40	29/09	58
Variação de 92 dias	Var. 76 dias		Var. 60 dias		Var. 45 dias		Var. 25 dias	

Fonte: (GARNER E ALLARD, 1920 apud BERGAMASCHI, [200-?]).

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

4.1 Cultivo em ambientes modificados

De acordo com Bergamaschi ([200-?]) em ambientes modificados (estufas, câmaras de crescimento, etc.), é possível manejar o fotoperíodo, de modo a alterar as condições em relação ao ambiente natural da época ou região. São muitas as aplicações de técnicas de controle da duração do dias, que pode ser tanto por alongamento do dia, com iluminação artificial, ou redução da duração do dia, escurecendo o ambiente.

Uma das aplicações se dá no campo da pesquisa em melhoramento genético, para possibilitar o florescimento na época desejada, para fins de cruzamento ou, então, para acelerar a obtenção de novas gerações em testes e finalização de novas linhagens. (BERGAMASCHI, [200-?])

A obtenção de sementes de algumas espécies também dependem de condições fotoperiódicas adequadas. Para isto, épocas e regiões para cultivo devem estar de acordo com as exigências de cada genótipo desejado. Não havendo condições naturais, a modificação e manejo do ambiente pode ser uma alternativa viável. (BERGAMASCHI, [200-?])

Atualmente, modernas técnicas em floricultura permite o cultivo e colheita programada de inúmeras espécies de flores em épocas desejadas. Muitas espécies são sensíveis ao fotoperíodo e, portanto, modificando artificialmente a duração do dia é possível induzir ou suprimir a indução floral para conseguir colheita em épocas de maior demanda. (BERGAMASCHI, [200-?])

Ainda de acordo com Bergamaschi, ([200-?]) “muitas datas são particularmente importantes (Festas Natalinas, Dia das Mães, Dia dos Namorados, Finados e outras), nas quais a procura de flores é intensa. Através do manejo do fotoperíodo, o floricultor tem condições de oferecer sua produção no momento mais adequado, com melhor qualidade e vantagens financeira”.

4.2 Resposta ao comprimento do dia ou fotoperíodo

O crisântemo, principal representante das plantas fotossensíveis na floricultura, é classificado como uma planta de dias curtos, que tem o florescimento induzido naturalmente em períodos com dias de menos de 14 ½ horas de luz, existindo variações de acordo com a variedade e temperatura. (BERGAMASCHI, [200-?])

Na verdade o fator determinante é o número de horas de escuro (*skotoperiodismo*) presente em um período de 24 horas. Esse comportamento é determinado por um pigmento sensível à luz chamado fitocromo, encontrado nas folhas das plantas. Ele apresenta duas formas:

- F_{verm} - forma receptiva à luz vermelha (comprimento de onda de 660 nm)

- $F_{infraverm}$ - forma receptiva à luz infravermelha (comprimento de onda de 720-730 nm), sendo a forma ativa do pigmento. Em plantas de dias curtos, como os crisântemos, sua presença evita o florescimento, ocorrendo o inverso em plantas de dias longos.

No caso do crisântemo, quando se aplica luz na faixa do vermelho, ou seja, luminosidade natural do dia ou lâmpadas incandescentes ou fluorescentes, por um período e intensidade suficientes, o fitocromo se converte imediatamente na forma ativa, não havendo a formação do botão floral. (BERGAMASCHI, [200-?])

Quando se aplica luz infravermelha, ou, de forma mais lenta, na ausência de luz por período suficiente, o fitocromo se converte na forma inativa, havendo a floração. No caso dos crisântemos o florescimento normalmente é evitado com a aplicação de duas a quatro horas de

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

luz no meio da noite, dividindo-a em duas partes, nenhuma delas longa o suficiente para o processo lento de conversão do $F_{infraverm}$ para F_{verm} . (BERGAMASCHI, [200-?])

4.3 As estações do ano e o comportamento fotoperiódico

O crisântemo na região sul do Brasil é chamado também de "flor de páscoa", por florescer no outono, período próximo à Páscoa. Esta característica se deve à variação natural do comprimento do dia de acordo com as estações do ano.

Segundo GruszynskI (2002) para entender melhor como esta variação funciona, e também como se dão as estações do ano, é preciso saber que a Terra tem seu eixo de rotação 23,5º fora de ser perpendicular ao plano orbital em volta do sol. Define-se assim o Trópico de Câncer a 23,5º ao norte da Linha do Equador (linha imaginária que divide a terra em norte e sul), e o Trópico de Capricórnio a 23,5º ao sul.

Ainda de acordo com GruszynskI (2002) no solstício de verão no hemisfério sul (aproximadamente 21 de dezembro) o sol está exatamente sobre o Trópico de Capricórnio, tendo-se o dia com mais horas de luz, e no solstício de inverno no hemisfério sul (aproximadamente 21 de junho) o sol está exatamente sobre o Trópico de Câncer, tendo-se o dia com menos horas de luz em nosso hemisfério.

Essa variação faz com que não se receba a mesma quantidade de luz a cada dia do ano, com maiores variações quanto mais ao sul ou ao norte do equador estamos, ou seja, quanto maior a latitude, maior a variação entre o dia mais longo e o dia mais curto do ano.

Nos equinócios, que correspondem à entrada do outono e da primavera, aproximadamente 21 de março e 22 de setembro, o número de horas de sol do dia e o comprimento da noite se equivalem em 12 horas. Porém, um fator a ser considerado na avaliação de comprimento natural do dia é que as plantas são sensíveis à luz quanto o sol está em torno de 6º abaixo do horizonte (antes da alvorada e após o pôr-do-sol). (GRUSZYNSKL, 2002)

Assim, nos equinócios, as plantas percebem efetivamente em torno de 13 horas de luz, ao invés de 12 horas. Esse dado é importante na avaliação de em qual época do ano necessitamos interferir no comprimento do dia com o escurecimento artificial ou com a iluminação artificial, objetivando uma produção fora do período natural.

4.4 Variação astronômica do fotoperíodo

Sabe-se que a Terra realiza, no decurso de um ano, um giro ao redor do Sol, em um movimento denominado “translação”. No percurso que descreve, ao longo de sua órbita, o nosso planeta assume quatro posições características, que determinam o início de cada estação do ano. Com uma inclinação de 23°27´ entre o plano equatorial e o plano da eclíptica, o eixo de rotação da Terra mantém uma mesma posição em relação à sua órbita, como mostra a FIG.1. . (BERGAMASCHI, [200-?])

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

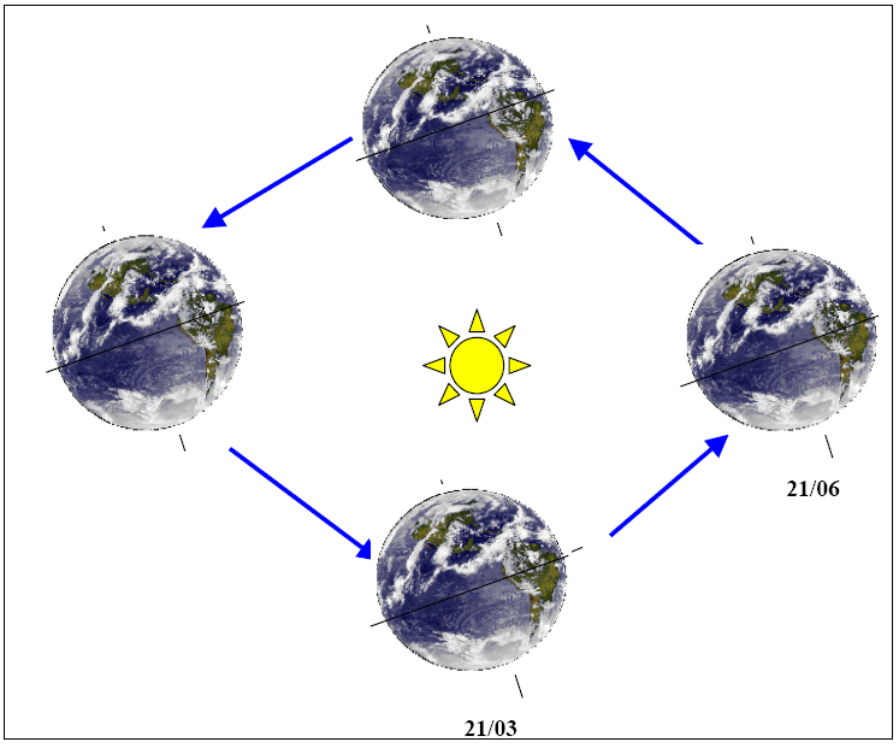


Figura 1: Posições da Terra em ralação ao Sol, ao longo de um ano, nos dois solstícios (21 de junho e 21 de dezembro) e nos dois equinócios (21 de março e 22 de setembro).
Fonte: (BERGAMASCHI, [200-?])

As posições da Terra que marcam o início das quatro estações do ano consistem em dois solstícios (de inverno e verão) e dois equinócios, conforme a TAB. 3.

Tabela 3: Posições características do Sol em relação à Terra, no início das quatro estações do ano

Data	21/03	21/06	22/09	21/12
Posição (Hemisf. Sul)	Equinócio de Outono	Solstício de Inverno	Equinócio de Primavera	Solstício de Verão
Sol perpendicular sobre	Equador (latitude 0°)	Trópico Câncer (23°27´N)	Equador (latitude 0°)	Tróp. Capricórnio (23°27´S)
Sol tangenciando	Polos	Círculo Polar Antártico (meio-dia	Polos	Círculo Polar Ártico (meio-dia)
Duração dos dias	Dias com 12 h (todas as latitudes)	Dias longos no Hemisf. Norte	Dias com 12 h (todas as latitudes)	Dias longos no Hemisf. Sul

Fonte: BERGAMASCHI, 200-?.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Em decorrência da mudança de posição da Terra, em relação ao Sol, a incidência da radiação solar sobre o nosso planeta altera seu ângulo, conforme sua posição descrita na TAB. 4, também representado na FIG. 2. A variação no ângulo de incidência da radiação solar, causada pela alteração da declinação solar, faz variar a quantidade de radiação que chega à superfície, por duas razões: pela alteração no fluxo de energia incidente sobre cada unidade de superfície e pela variação na duração dos dias, ao longo do ano.

Neste momento, o interesse se prende à variação na duração dos dias (fotoperíodo) e seus efeitos sobre as plantas, em termos de processos foto morfogênicos. Conforme pode ser observado na FIG. 2 , a duração dos dias se altera na medida em que se modifica a posição da Terra em relação ao Sol. Nos dois equinócios o fotoperíodo tem 12h em todas as latitudes. Nos dois solstícios a duração do dia atinge seu valor extremo, sendo máximo no verão e mínimo no de inverno. No solstício de verão do Hemisfério Sul (21/12) o dia varia de 12h no Equador a 24h a partir do Círculo Polar Antártico. Ao contrário, no solstício de inverno do Hemisfério Sul (21/06) o fotoperíodo vai de 12h no Equador à noite de 24h a partir do Círculo Polar Antártico. Para o Hemisfério Norte, invertem-se as estação inverno e verão, ou seja, há uma defasagem de seis meses. . (BERGAMASCHI, [200-?])

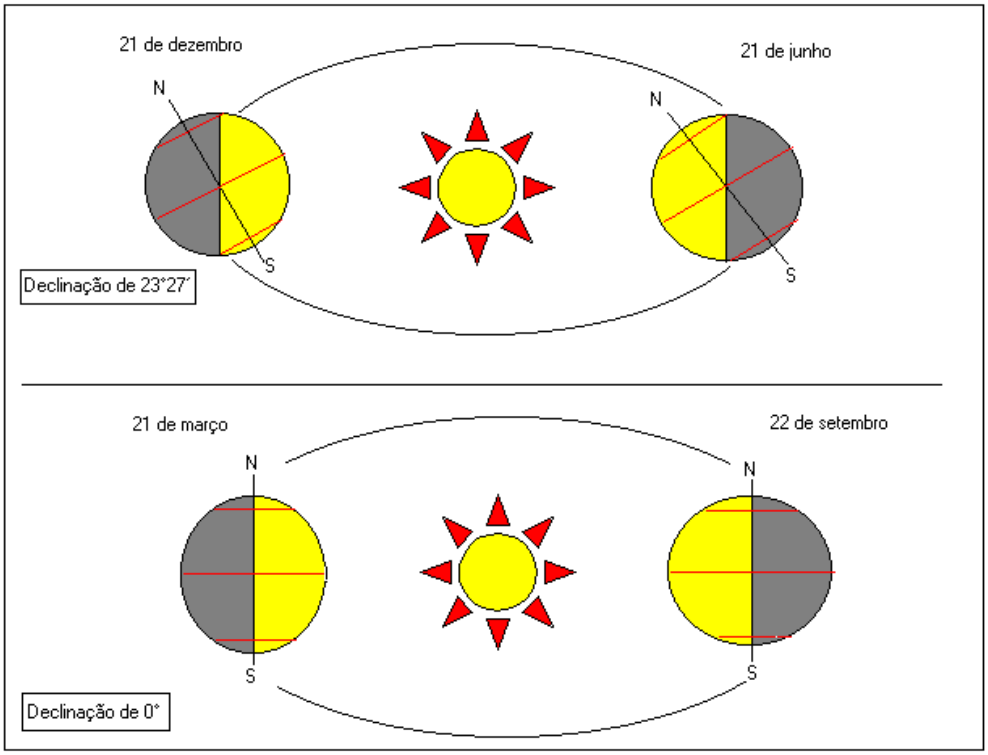


Figura 2: Representação esquemática (em plano) das posições características do Sol em relação à Terra, no início das quatro estações do ano, em decorrência da mudança na declinação solar. Fonte: BERGAMASCHI, [200-?].

Portanto, na faixa do Equador (latitude de 0°) o fotoperíodo tem 12h em todo o ano. Nas demais regiões, a duração do dia aumenta no verão, à medida que aumenta a latitude, e diminui no inverno pela mesma razão.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

A FIG. 3 representa a variação do fotoperíodo, ao longo do ano, em latitudes entre 0 e 40°, no Hemisfério Sul. Observa-se, mais uma vez, que o fotoperíodo é igual a 12h em todas as latitudes, nos dois equinócios (daí decorre a sua denominação). Nos dois solstícios a duração do dia continua em 12h no Equador, mas aumenta com a latitude no verão e se reduz no inverno.

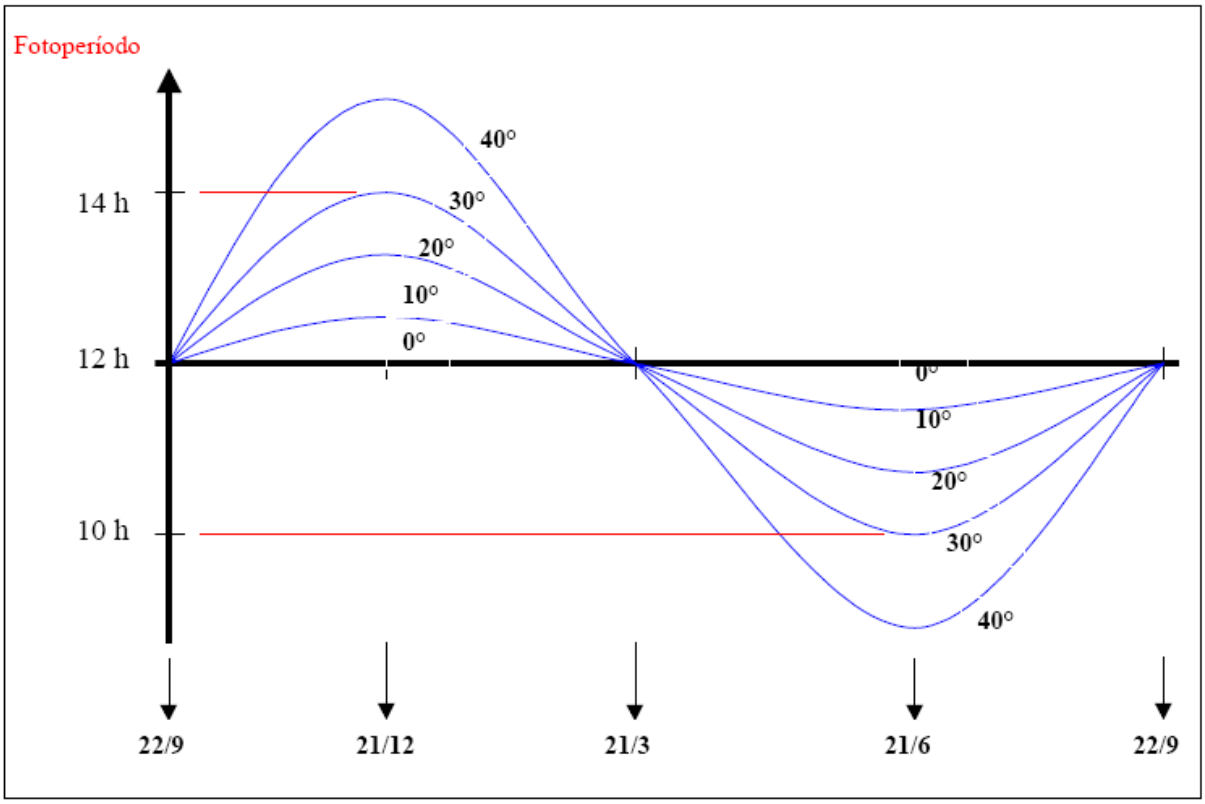


Figura 3: Variação anual do fotoperíodo em diferentes latitudes do Hemisfério Sul.
Fonte: BERGAMASCHI, [200-?].

Para a latitude de 30°, por exemplo, que é a latitude aproximada de Porto Alegre, o fotoperíodo varia de cerca de 10h em 21 de junho a 14h em 21 de dezembro. Nas regiões tropicais esta duração é menor, enquanto que em maior latitude a amplitude da duração dos dias é mais ampla. O efeito da latitude sobre a amplitude de variação do fotoperíodo aumenta ainda mais, em grandes latitudes, em virtude da curvatura da Terra naquelas regiões. . (BERGAMASCHI, [200-?])

5 CLASSIFICAÇÃO DAS PLANTAS QUANTO AO FOTOPERIODISMO

No trabalho original de (Garner & Allard, 1920 apud Bergamaschi, [200-?]) o comprimento relativo do dia foi considerado como um fator de primeira importância no desenvolvimento das plantas, particularmente na reprodução sexuada. As plantas foram agrupadas considerando que a entrada em florescimento e frutificação se dá apenas quando o comprimento do dia está dentro de certos limites, fazendo com que essas fases sejam alcançadas apenas em certas épocas do ano.

Por isso, algumas espécies e cultivares respondem a comprimentos relativos de dias longos, enquanto outras respondem a dias curtos e, ainda outras são capazes de responder a todos os comprimentos de dia.

Na ausência do comprimento de dia favorável para induzir a expressão dos processos reprodutivos, certas espécies podem continuar em crescimento vegetativo, de forma mais ou

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

menos indefinida, levando ao fenômeno do gigantismo. Ao contrário, sob influência do fotoperíodo adequado, o florescimento e a frutificação podem ser induzidos mais precocemente. Assim, certas cultivares ou espécies podem ser de maturação precoce ou tardia, dependendo simplesmente do comprimento do dia em que as plantas são expostas.

A partir do trabalho de (Garner e Allard, 1920 apud Bergamaschi, [200-?]) surgiu a primeira classificação das plantas, quanto ao fotoperíodo, agrupando-as em três categorias. A denominação e o significado de cada grupo passou a ser os seguintes:

- Plantas de dias curtos (PDC). São as espécies que florescem em fotoperíodos menores do que um máximo crítico;
- Plantas de dias longos (PDL). São as espécies que florescem em fotoperíodos maiores do que um mínimo crítico;
- Plantas de dias neutros ou fotoneutras (PDN). São aquelas que florescem em uma ampla faixa de variação do fotoperíodo.

Allard (1938), citado por Chang (1974) acrescentou um quarto grupo, designado como Plantas intermediárias (IM). Estas florescem a um comprimento de dias de 12 a 14h, mas são inibidas à reprodução tanto por fotoperíodos acima com abaixo desta faixa. (BERGAMASCHI, [200-?])

Na caracterização da resposta fotoperiódica das plantas de dias curtos e das plantas de dias longos, feita originalmente por (Garner e Allard,1920 apud Bergamaschi, 200-?) fica implícito que o fotoperíodo é uma condição indispensável para que haja indução ao florescimento.

Entretanto, estudos posteriores mostraram que é muito variável a intensidade de resposta das espécies à alteração na duração do dia. Assim é que, segundo Vince-Prue (1975 apud Bergamaschi, [200-?]), os dois grupos de plantas sensíveis ao fotoperíodo (PDC e PDL) foram subdivididos em espécies de resposta absoluta ou qualitativa e espécies de resposta facultativa ou quantitativa.

O tipo de resposta absoluta ou qualitativa significa que a condição fotoperiódica é essencial à indução floral, sem a qual as plantas não florescem. Ao contrário, a resposta facultativa ou quantitativa subentende que a condição fotoperiódica favorece a indução floral, mas não é essencial.

A TAB 4 mostra uma série de espécies vegetais e seus respectivos grupos, segundo o tipo de resposta fotoperiódica. Ao lado das letras que caracterizam o tipo de resposta de cada espécie, é apresentado o fotoperíodo crítico necessário para a indução ao florescimento (última coluna).

Pode-se observar que o critério de classificação das espécies ou grupos de cultivares, como “de dias longos” ou “de dias curtos”, não está relacionado à magnitude do fotoperíodo crítico exigido.

A classificação segue a idéia original, de que uma planta de dias curtos necessita fotoperíodo de “no máximo” tantas horas. Em outras palavras, as PDC são induzidas a florescer se a duração do dias for igual ou inferior àquele valor crítico que caracteriza a espécie ou cultivar. Para plantas de dias longos deve-se considerar que elas florescerão se o fotoperíodo for igual ou superior ao mínimo crítico de sua espécie ou cultivar. (BERGAMASCHI, [200-?])

Pode-se observar que, de um modo geral, plantas de dias longos são aquelas que crescem na estação fria, florescem durante a primavera, que é quando a duração do fotoperíodo se alonga, para encerrar o ciclo no final da primavera ou início de verão.

Por sua vez, as espécies de dias curtos são aquelas que iniciam o ciclo na primavera, florescem quando os dias já estão se encurtando, no verão ou início de outono, e terminam o

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

ciclo no outono ou início de inverno. Assim, os cereais de inverno e outras espécies de estação fria são (em geral) plantas de dias longos. As espécies de primavera-verão são de dias curtos ou fotoneutras. (BERGAMASCHI, [200-?])

Dentre os cereais de inverno, bem como em outras culturas de clima temperado, há uma subdivisão de cultivares em dois grupos: de primavera e de inverno. Esta subdivisão não segue a exigência fotoperiódica.

As cultivares de inverno exigem tratamento de vernalização no início do ciclo, portanto, exigem invernos rigorosos, enquanto que as de primavera não necessitam do tratamento de frio. Este aspecto é melhor estudado no capítulo que trata dos efeitos de baixas temperaturas sobre as culturas.

Algumas espécies, graças à grande diversidade de cultivares, têm mais de um tipo de exigência fotoperiódica. É o caso da soja, do milho e do fumo.

De acordo com Bergamaschi ([200-?]) considerando a grande expansão geográfica destas espécies, o trabalho de melhoramento genético conseguiu uma grande variabilidade de respostas, de maneira a adaptar os genótipos às disponibilidades de cada região de cultivo. É o caso da soja, que é originária de latitudes elevadas, no norte da China e que, progressivamente foi se expandindo para regiões mais próxima ao equador.

No Brasil, como observa Bergamaschi ([200-?]), a soja começou a se expandir pelo Rio Grande do Sul, em latitude mais próximas às originais, mas foi sendo transferida para outros estados da Região Sul, da Região Centro-Oeste e, atualmente, até por regiões próximas ao Equador. Isto foi exigindo cada vez menor resposta a dias curtos, chegando-se a cultivares praticamente fotoneutras (insensíveis ao fotoperíodo).

Usando informações da TAB. 4 é possível formular alguns exemplos de aplicação do fotoperiodismo. Tomando o exemplo da espécie *Andropogon gerardii*, pode-se observar que ela tem um fotoperíodo crítico de 18h, mas é de resposta absoluta a dias curtos.

Portanto, em qualquer região do Brasil ela terá condições fotoperiódicas para florescer em qualquer época do ano, pois o fotoperíodo não ultrapassa aquela duração, mesmo nas regiões de maior latitude.

Por outro lado, plantas de *Agrostis palustris*, que exigem fotoperíodos de 16h ou mais, jamais terão condições naturais para florescer em qualquer região do Brasil, onde esta duração nunca é alcançada.

O seu florescimento poderá ser obtido através de suplementação de luz, alongando o fotoperíodo através de iluminação artificial. Este é o caso de outras espécies ou cultivares que, ao serem introduzidas não cumprem o ciclo, inviabilizando a sua propagação por sementes. (BERGAMASCHI, [200-?])

Tabela 4 - Resposta fotoperiódica de algumas espécies cultivadas

Espécie	Grupo cultivares	Tipo de resposta[1]	Fotoperíodo crítico
GRAMÍNEAS			
Hordeum vulgare	primavera	I	
	Inverno	L	>12h
Andropogon gerardii		S	<18h
Agrostis palustris		L	>16h

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Poa anua		N	
Poa pratensis		I	
Bromus inermis		L	>12,5h
Andropogus virginicus		s	12 a 14,5h
Phalaris arundinacea		L	>12,5h
Agrostis nebulosa		L	>13h
Zea mays		N, S	
Festuca elatior		L	
Alopercus pratensis		L	>9h
Avena sativa		L	>9h
Dactilis glomerata		L	>12h
Oryza sativa	Verão	L	>12h
	Inverno	N	
Secale cereale	Primavera	I	
	Inverno	I	
Lollium italicum		L	>11h
Lollium perene		L	>9h
Sorghum vulgare		I	
Holcus sudanensis		s	
Saccharum officinarum		s, IM	12 a 14h
Phleum preatensis		L	>12h
Phleum nodosum		L	>14,5h
Triticum aestivum	Primavera	I	
	Inverno	L	>12h
Agropyron smithii		L	>10h
LEGUMINOSAS E OUTRAS CULTURAS			
Medicago sativa		I	
Beta vulgaris		L	
Trifolium spp.		I	
Trifolium pratensis (trevo vermelho)		L	>12h
Gossypium hirsutum		N, s	
Lespedeza stipulacea		S	<13,5h
Glycine max		S, s	
Melilotus alba		L	
Vicia sativa		I	
Nicotiana tabacum		N, I (Havana), S (*mamooth*)	

Fonte: CHANG, 1974 apud BERGAMASCHI, [200-?].

[1] I – dias longos favorecem (resposta facultativa); L – exigem dias longos (resposta absoluta); s – dias curtos favorecem (resposta facultativa); S – exigem dias curtos (resposta absoluta); N – fotoneutras; IM – intermediárias.

De acordo com Vince-Prue (1975 apud Bergamaschi, [200-?]), algumas espécies vegetais têm dupla exigência fotoperiódica. Por exemplo, em *Cestrum nocturnum* o florescimento ocorre em dias curtos (DC), mas somente depois que as plantas tenham previamente recebido um número suficiente de dias longos (DL). Esta é uma espécie de plantas de dias longos-curtos (PDLS). Em *Scabiosa succisa* o florescimento ocorre em dias longos (DL), mas somente depois que as plantas tenham recebido antes dias curtos (DC). Este é um exemplo de plantas de dias curtos-longos (PDCL).

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

O número mínimo de ciclos de fotoperíodo indutivo, necessário para completar o processo de indução floral, é variável entre as espécies. Em outras palavras, algumas plantas são extremamente rápidas em completar a resposta fotoperiódica, bastando um dia apenas, enquanto que outras são mais lentas, exigindo vários dias para completar o processo. A TAB 5 relaciona uma série de espécies, de acordo com o número mínimo de ciclos indutivos necessários à indução fotoperiódica ao florescimento.

Tabela 5: Número mínimo de ciclos indutivos necessários para a iniciação floral

Grupo de plantas	Nome científico	Ciclos indutivos
a. Plantas de dias curtos	*Chenopodium polyspermum*	1
	Chenopodium rubrum	1
	Lemma Paucicostata	1
	Lemma perpusilla – cv. 6746	1
	Oryza sativa – cv. Zuiho	1
	Pharbis nil – cv. Violet	1
	Wolffia microscopia	1
	Xanthium strumarium	1
	Kalanchoe blossfeldiana	2
	Glycine max – cv. Biloxi	2-3
	Cannabis sativa	4
	Perilla crispa – folhas vermelhas	7-9
	- plantas mais velhas	3-5
	Perilla ocymoides	7
	Fragaria x ananassa – cv. Blakemore	6
	- cv. Talisman	8
	Chrysanthemum morifolium	12
b. Plantas de dias longos	*Anagallis arvensis*	1
	Anthriscus cerefolium	1
	Brassica campestris	1
	Lemma gibba	1
	Lolium temulentum	1
	Sinapis alba	1
	Spinacia oleracea	1
	Hyoscyamus niger	2-3
	Arabidopsis thaliana	4
	Silene armeria	6
c. Plantas dias curtos-longos	*Cestrum nocturnum*	5DL; 2DC
	Bryophyllum daigremontenum	60DL; 15DC
	B. crenatum	20DL; 9-12DC
d. Plantas dias longos-curtos	*Echeveria harmsii*	20DC; 10DL

Fonte: VINCE-PRUE, 1975 apud BERGAMASCHI, [200-?].

6 INDUÇÃO FOTOPERIÓDICA AO FLORESCIMENTO

Há muito tempo, de acordo com Bergamaschi ([200-?]), é sabido que as folhas são os órgãos de recepção do estímulo necessário à indução ao florescimento. Inúmeros trabalhos demonstraram que as folhas são os órgãos que devem ser expostos à condição fotoperiódica necessária.

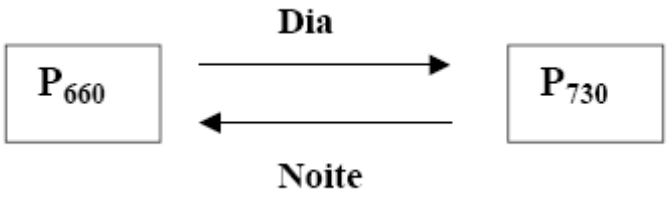
Experimentos isolando folhas do restante da planta, transferindo folhas ou parte de folhas de

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

uma planta a outra, demonstraram que, uma vez colocadas na condição necessária à indução floral, transmitem o estímulo e levam o restante da planta a florescer normalmente. (BERGAMASCHI, [200-?])

Sabe-se, também, que o fitocromo é o pigmento responsável por desencadear o processo de indução. Ele absorve radiação dentro das faixas do vermelho (500 a 600nm de comprimento de onda) e vermelho distante (600 a 700nm de comprimento de onda), assumindo alternadamente duas estruturas distintas simbolizadas por P660 e P730 .

Esses símbolos correspondem aos dois picos de absorção de radiação pelo fitocromo, nas faixas do vermelho e do vermelho distante, respectivamente, embora possa haver variações entre espécies ou condições (Kendrick e Frankland, 1981 apud Bergamaschi, [200-?]). Durante o dia, na presença da radiação solar, o fitocromo se converte de P660 a P730 , acumulando nesta forma. À noite, na ausência de luz, ele reverte o processo e se acumula na forma de P660 , segundo o esquema (FIG.4) :



Fonte: KENDRICK E FRANKLAND, 1981apud BERGAMASCHI, [200-?].

Assim, na condição de dias longos, a forma P730 se acumula por longo tempo, o que induz plantas de dias longos ao florescimento e suprime o florescimento de plantas de dias curtos.

Ao contrário, na condição de dias curtos, a forma P660 se acumula por um longo tempo, induzindo plantas de dias curtos a florescer e inibindo o florescimento de plantas de dias longos.

7 IMPORTÂNCIA DO PERÍODO ESCURO

De acordo com Bergamaschi ([200-?]) diversos trabalhos de pesquisa demonstraram que, na verdade, a duração do período escuro do dia (nictoperíodo) é a responsável por desencadear o processo de indução ao florescimento em plantas sensíveis. A FIG. 4 demonstra a maior importância da duração da noite (nictoperíodo) em comparação à duração do dia (fotoperíodo). Plantas de dias curtos e plantas de dias longos foram, inicialmente, submetidas a condições diferentes de fotoperíodo e a indução ao florescimento seguiu a lógica esperada, ou seja PDC floresceram em dia curto e noite longa, enquanto que PDL floresceram em dia longo e noite curta.

Ainda em consonância com Bergamaschi ([200-?]) posteriormente, uma noite longa foi dividida em duas noites curtas por uma breve interrupção por luz, induzindo as plantas de dias longos a florescerem, enquanto as PDC não floresceram. Quando o dia longo foi interrompido e transformado em dois dias curtos, nada alterou com relação à indução normal das PDC e PDL. Por fim, a alternância de dia curto com noite curta causou florescimento das plantas de dias longos (noites curtas), enquanto que dia longo seguido por noite longa fez florescer plantas de dias curtos (noites longas).

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

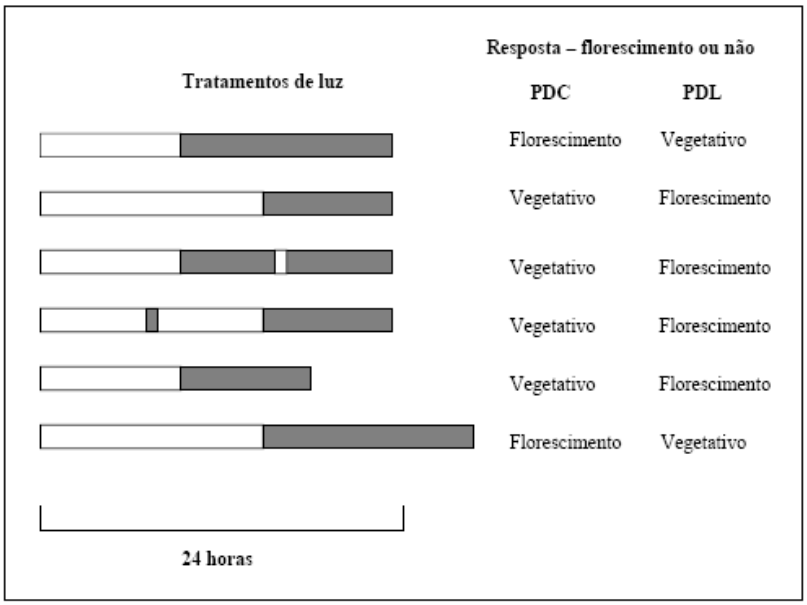


Figura 4: Efeitos da duração do período escuro sobre o florescimento de plantas de dias curtos e plantas de dias longos. PDC florescem com noites longas e PDL florescem com noites curtas
Fonte: VINCE-PRUE, 1975 apud BERGAMASCHI, [200-?].

Portanto, a duração da noite (nictoperíodo) é que controla o processo de indução ao florescimento em plantas sensíveis à variação na duração do dia. Entretanto, permanece a mesma denominação de plantas de dias curtos, plantas de dias longos, etc., na classificação das espécies segundo a sua resposta ao fotoperíodo.

Pesquisas como a que está ilustrada na FIG. 4 e outras, também, demonstraram que o processo de indução fotoperiódica ao florescimento é reversível. Outros tipos de experimentos também demonstraram a reversibilidade do processo de indução floral, alternando curtos períodos de luz nas faixas do vermelho e do vermelho distante, no período noturno.

Tomando plantas de dias curtos (noites longas), aplicou um fotoperíodo curto e noite longa e elas floresceram. Ao lado dessas, plantas da mesma espécie tiveram noites longas divididas em duas noites curtas por um rápido período de luz vermelha e elas não floresceram. Portanto, a luz vermelha reverteu o processo de indução, transformando rapidamente P660 em P730. (BERGAMASCHI, [200-?])

Outro conjunto de plantas que também receberam tratamento de luz vermelha no meio da noite, mas seguido de luz vermelho distante. Neste caso, a indução ao florescimento ocorreu, revertendo novamente o fitocromo de P730 a P660 . E assim sucessivamente, alternando intervalos de luz entre as duas faixas de luz (vermelho e vermelho distante), havia predomínio do último tratamento, comprovando a reversibilidade do processo e a inter-conversão do fitocromo, de acordo com o comprimento de onda da luz recebida. (BERGAMASCHI, [200-?])

Conclusões e recomendações

Fazendo uma síntese de tudo o que foi exposto, ficou clara a importância de manter o cultivo durante todo seu ciclo em condições adequadas, ou seja, controlar o *micro clima* do princípio ao fim. O potencial produtivo de uma variedade é somente potencial. Para poder expressá-lo em sua totalidade deve-se proporcionar as melhores condições desde o início.

Um plantio que tenha se desenvolvido em ótimas condições de luz, água e temperatura estará melhor preparado para crescer e desenvolver-se corretamente, produzir melhores raízes, folhas e flores, captar mais radiação, etc. Se as boas condições micro climáticas se mantêm,

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

será capaz de ter mais floração, bem como será realizado uma fecundação correta. Somente ao chegar neste ponto, poder-se-á completar então o cultivo com a melhor colheita.

Referências

ALPI, A.; TOGNONI, F. Cultivo en invernadero. 3.ed. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1991. 347p.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria, Editora UFSM, 1999. 141p.

BAILLE, A; KITTAS, C.; KATSOULAS, N. ***Influence of whitening on greenhouse microclimate and crop energy partioning.*** Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v. 107, p. 293 – 306, 2001.

BAILLE, A.; TCHAMITCHIAN, M. ***Solar Radiation in Greenhouses.*** In: VARLET-GRANCHER, C.; BONHOME, R.; SINOQUET, H. Crop Structure and light microclimate: characterization and application. Paris: INRA Editions. 1993. 518 p.

BAYTORUN, N. et al. ***Effect of different greenhouse covering materials on inside climate and on the development of tomato plants***. Acta Horticulturae, Adana, Turquia, v. 366, p. 125-132, 1994.

BEDENDO, I.P. Oídios. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v.1, p.866-871.

BERGAMASCHI, Homero. **Fotoperiodismo.** Nota de aula, Agrometeorologia – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/ Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPEL). Pelotas, RS, [200-?]. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/faem/fitotecnia/graduacao/agromet/fotoperiodismo.pdf>. Acesso em: 20 set. 2007

BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J.L.; MEDEIROS, S.L.P. **Modificações na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.1, p.43-49, 1993.

BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; STRECK, N. A.; SCHNEIDER, F. M.; ESTEFANEL, V.; DALMAGO, G. A. **Gradiente vertical de temperatura do arco interior de estufas plásticas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, Piracicaba, SP, 1997. Anais. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. p. 471-472,1997.

BURIOL, G.A.; RIGHI, E.Z, SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; HELDWEIN,A.B.; ESTEFANEL, V. **Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.8, n. 1, p.11-18, 2000.

CASTILLA, N. ***Invernaderos de plástico – Tecnologia y manejo***. Madrid: Mundi Prensa. 2005. 462p.

CERMEÑO, Z. S. ***Estufas instalação e maneio.*** Lisboa: Litexa. 1990. 355p.

CERMEÑO, Z.S. ***Construccion de invernaderos.*** Madrid: Mundi-Prensa, 1994. 445 p.

COKSHULL, K.E.; GRAVES, C.J.; CAVE, R.J. ***The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes.*** *Journal of Horticultural Science,* Ashford, v. 67, p. 11-24, 1992.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

CRITTEN, D.L.; BAILEY, B.J. ***A review of greenhouse engineering developments during the 1990s***. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v. 112, p. 1-22, 2002.

GRUSZYNSKI, Cirilo. **Produção de crisântemos.** Gramado, RS, março de 2002. Disponível em: <http://www.cultivodeflores.com.br/crisantemos.htm>. Acesso em: 19 set. 2007.

DELLA VECCHIA, P. T.; KOCH, P. S. **História da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p. 5-10, 1999.

DOORENBOS, J; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. FAO Irrigation and Drainage. Rome: FAO, paper 33, p. 197. 1979.

DOORENBOS, J.; PRUITT,W. O. ***Crop water requeriments.*** FAO Irrigation and Drainage. Rome: FAO, v. 24, p. 179. 1975.

FARIA JUNIOR. M. J. A.; SOUZA. R. A. R.; HORA. R. C. **Cultivo de alface em ambiente protegido, sob diferentes níveis de sombreamento, em duas épocas do ano**. Horticultura Brasileira, v.18, p.232-233, jul. 1996.

FARIAS, J.R.B. **Respostas do feijão-de-vagem à disponibilidade hídrica associada a alterações micrometeorológicas em estufa plástica.** Porto Alegre: UFRGS, 1991. 177p.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A.; OLIVEIRA, A.C.B. **Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.1, n.1, p.51-62, 1992.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A. **Efeitoda cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar.**Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.1, p.31-36, 1993.

FNP, Consultoria e Comercio, Agrianual 1999: **Anuário de agricultura brasileira.** São Paulo, 1999. p. 435

FURLAN, R.A. **Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambiente protegido.** Piracicaba, 2001, 146p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GATES, D.M. ***Energy exchange and transpiration***. Berlim: Springer-Verlag. 1976, p. 137-147.

GOTO, R. **Ambiente Protegido no Brasil: Histórico e Perspectivas.** In: AGUIAR, R. L., DAREZZO, R. J., FOZANE, D. E., AGUILERA, G. A. H., SILVA, D. J. H. Cultivo em Ambiente Protegido: Histórico, Tecnologia e Perspectivas.Viçosa:UFV, 2004, p. 9-19. 2004.

GOTO, R.; HORA, R. C. da; DEMANT, L. A. R. **Cultivo protegido no Brasil:** histórico, perspectivas e problemas enfrentados com sua utilização. In: BELLO FILHO, F.; SANTOS.

H. P. dos; OLIVEIRA, P. R. D. de. **Seminário de Pesquisa sobre Fruteiras Temperadas.** Bento Gonçalves, RS. Programas e Palestras. Embrapa Uva e Vinho, junho, p.27-29. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. **Produção brasileira de flores:** segundo IBRAFLOR. (2001) Disponível em: <http://www.uesb.br/flower/IBRAFLOR.pdf>. Acesso em: 19 set.. 2007.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

KITTAS, C.; BAILLE, A.; GIAGLARAS, P. ***Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouse.*** Journal of Agricultural Engineering Research, Nova York, v. 73, p. 341 – 351, 1999.

KURATA, K. ***Role of reflection in light transmissivity of greenhouses***. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, n. 52, p. 319 – 331, 1990.

MARTIN, E.C.; NOVOA, A.C.; GOMES, S.J. ***Estúdio comparativo de las propiedades de diversos materiales como cubierta en cultivos protegidos.*** Revista de Plásticos Modernos, Connecticuti, n. 308, p. 185 -189, 1982.

MARTINS, S.R. **Desafios da plasticultura brasileira limites socioeconômicos e tecnológicos frente às novas e crescentes demandas.** Horticultura brasileira, Brasília, v.14, n.2, p.133-138, nov. 1996.

MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; ASSIS, F.N. ; MENDEZ, M.E.G. **Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p. 15-23, 1999.

McCREE, K. J. ***The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants.*** *Agricultural Meteorology,* Nova York, v. 9, p. 191- 216, 1972.

OLIVEIRA, M.R.V. **O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1049- 1060, 1995.

PEIPER, U. M.; KATZ, Y; LEVY, E. **Malha térmica de sombreamento (60%) utilizada em estufas.** Instituto de Engenharia Agrícola, TEST Número 70693, Y. Vilinger - Serviço de Extensão. [200-?]. Disponivel em: <http://www.polysack.com/files/06045886bf29abe36549aac032d24ae5.pdf>. Acesso em: 20 set. 2007.

PURQUERIO, L.F.V.; GOTO, R.; DEMANT, L.A.R. **Produção de rúcula cultivada com diferentes doses de nitrogênio em cobertura via fertirrigação e espaçamento entre plantas em campo e ambiente protegido no inverno.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Olericultura, 45. Horticultura Brasileira, v.23, agosto, 2005.

PURQUERIO, L.F.V.; GOTO, R. **Doses de nitrogênio em cobertura via fertirrigação e espaçamento entre plantas sobre a cultura da rúcula, em campo e ambiente protegido.** In: Anais do Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, 5. Congresso Ibero-americano de Ciências Hortícolas, 4. Porto: Actas Portuguesas de Horticultura, n.5, v.1, maio, 2005.

REIS, N.V.B. **Diferencial entre os parâmetros de temperatura interna e externa de uma estufa modelo teto-em-arco: efeito guarda-chuva.** In CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10. , Piracicaba, 1997. Anais. Piracicaba: ESALQ, 1997.

REIS, N.V.B.; CARRIJO, O.A. **Estufa, material de cobertura e cortinamento – durabilidade e transparência à radiação solar**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., Florianópolis, 1999. Anais..., Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999.

RICIERCI, R.P.; ESCOBEDO, J.F., ***Solar radiation levels in a greenhouse with sloping roofs of sombrite and polyethylene.*** Energia na Agricultura. Botucatu, SP, v. 11, n. 2, p. 8–26, 1996.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

ROBLEDO,F.P.; MARTIN,L.V. ***Aplicación de los plásticos en la agricultura.*** Madrid: Mundi-Prensa, 1981, 552 p.

ROSA, Luiz Mauro G. **Disciplina AGR05502 - Relações Clima-Planta.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Porto Alegre: [200-?] (Nota de Aula). Disponível em: <http://www.ufrgs.br/agropfagrom/disciplinas/502/Fotoper.pdf>. Acesso em: 20 set. 2007.

SADE, A. **Curso de plasticultura e fertirrigação**. Piracicaba: Departamento de Horticultura, ESALQ/USP, 1994. 351p. (Mimeogr.).

SCATOLINI, M.E. **Estimativa da evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos.** Piracicaba: ESALQ, 1996. 64p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola).

SEBRAE-RJ**. Diagnóstica da cadeia produtiva de flores e plantas no Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro – RJ, Maio de 2003. Disponivel em: <http://www.telemetrica.it/retizzazioneiflora/AGGIORNAMENTI%2021.11.2008/I-flora%20news%20Rete%20TRANSNAZIONALE_02%20Presentazione%20+PDF03/Filiera%20floricola%202.pdf>. Acesso em: 27 set. 2007

SEEMAN, J. Greenhouse climate. In:SEEMAN, J. ***Agrometeorology.*** New York: Springer-Verlag, p. 165-178. 1979.

SENTELHAS, P.C.; BORSATTO, R.S.; MINAMI, K. **Transmissividade da radiação solar em estufas cobertas com filmes de PVC azul e transparente**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v. 7, n. 2, p. l57-162, 1999.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. **Meteorologia Agrícola, Departamento de Física e Meteorologia** - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998. 131p. (Apostila)

SIQUEIRA, C. E. M. **A importância dos materiais plásticos na agricultura do Brasil e do mundo.** In: Programa de plasticultura para o Estado de São Paulo. São Paulo: Associação dos Engenheiros Agrônomos do Estado de São Paulo, 1995, p.108-109. Apostila.

TIVELLI, S.W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido.** In**:** GOTO**,** R.; TIVELLI, S.W. Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo, Fundação Editora da UNESP, 1998. p. 15-30.

VERLODT, I.; WAAIJENBERG, D. ***A greenhouse film primer.*** Batavia, USA: Flora Culture International, 2000. p. 32-33.

Nome do técnico responsável

Carlos Alberto de Mello Severino

Nome da Instituição do SBRT responsável

Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA

Data de finalização

28 set. 2007

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br