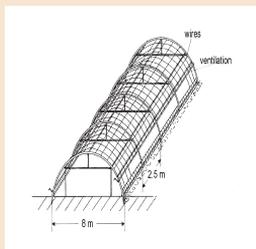
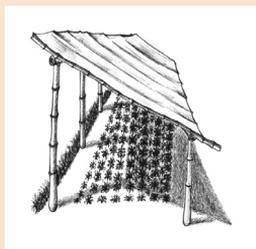


Culturas protegidas

Construção, requisitos e uso de estufas em várias condições climáticas

Agrodok 23 - Culturas protegidas



partageons les connaissances au profit des communautés rurales
sharing knowledge, improving rural livelihoods

Agrodok 23

Culturas protegidas

Construção, requisitos e uso de estufas
em várias condições climáticas

Ernst van Heurn
Kees van der Post

© Fundação Agromisa, Wageningen, 2005.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida qualquer que seja a forma, impressa, fotográfica ou em microfilme, ou por quaisquer outros meios, sem autorização prévia e escrita do editor.

Primeira edição em português: 2005

Autores: Ernst van Heurn, Kees van der Post

Editor: Jansje van Middendorp

Ilustrações: Mamadi Jabbi, Barbera Oranje

Design gráfico: Eva Kok

Tradução: Láli de Araújo

Impresso por: Digigrafí, Wageningen, Países Baixos

ISBN: 90-8573-025-2

NUGI: 835

Prefácio

Este número da série Agrodok trata da protecção das culturas hortícolas contra condições climáticas desfavoráveis. Este tema enquadra-se dentro da expansão registada a nível mundial, durante as últimas duas ou três décadas, de estufas e túneis cobertos com filmes plásticos.

O desenvolvimento de técnicas sofisticadas de construção e de controlo do clima justifica explicações a um nível básico. Esperamos que este Agrodok consiga atingir este objectivo.

Os autores encontram-se em dívida para com vários “revisores” que ofereceram sugestões preciosas e úteis e queremos citar em especial Dries Waayenberg do Instituto de Engenharia Agrícola e Ambiental (IMAG – DLO, Wageningen) e Frits Veenman da empresa Royal Brinkman B.V. em ‘s Gravenzande, pelas suas contribuições construtivas e valiosas, as suas críticas e sugestões para a amplificação do texto.

Esperamos, sinceramente, que este Agrodok contribua para um desenvolvimento da horticultura intensiva a nível mundial e que beneficie uma ampla diversidade de assessores e de empresários.

Os autores

Índice

1	Introdução	6
2	Requisitos para o cultivo em estufas	8
2.1	Introdução	8
2.2	Ponto de partida quando se inicia um projecto de estufa	8
2.3	O registo do clima	9
2.4	Outros requisitos para um cultivo intensivo	16
2.5	Topografia do terreno	19
2.6	Infra-estrutura e distribuição espacial	20
3	Estufas: tipos e construções	21
3.1	Introdução	21
3.2	Construções baixas	21
3.3	Túneis baixos	23
3.4	Túneis onde se pode andar	24
3.5	Túneis com possibilidade de regulação das condições climáticas	26
3.6	Zonas de sombra	29
4	Cobertura da estufa	31
4.1	Introdução	31
4.2	Cobertura de filme plástico	31
4.3	Efeitos dos materiais de cobertura	33
5	Controlo das condições climáticas na estufa	35
5.1	Introdução	35
5.2	Métodos para regulação das condições climáticas	35
5.3	Integração dos vários elementos do controlo das condições climáticas	49
5.4	Reacções da cultura à regulação do clima	55
6	Abastecimento de água e protecção das culturas	56
6.1	Introdução	56

6.2	Abastecimento de água e fertilização	56
6.3	Métodos de abastecimento de água à cultura	60
6.4	Controlo de doenças	62
6.5	Espaços para armazenamento e preservação	64
6.6	Instrumentos e ferramentas necessários	65
7	Seleccção, cuidados, mão-de-obra e rendimento da cultura	69
7.1	Introdução	69
7.2	Culturas para diferentes tipos de estufas	69
7.3	Cuidados a ter com as culturas	71
7.4	Intensidade de trabalho	75
7.5	Movimento financeiro	76
	Anexo: Quadros sobre dados climáticos	78
	Leitura recomendada	83
	Endereços úteis	85
	Glossário	89

1 Introdução

O pedido de um número da série Agrodok que se dedicasse ao tema da produção em estufas partiu de comunidades de agricultores e de horticultores comerciais, possuidores de pequenas empresas. As suas necessidades dizem respeito, fundamentalmente, a soluções simples para protecção das suas culturas, com utilização de filmes plásticos (película de matéria plástica flexível), tanto para países (sub) tropicais como para regiões mais frias, montanhosas, da África e América do Sul. Esperamos que este Agrodok satisfaça esta necessidade.

Num futuro próximo cada vez se utilizará mais, e em diversas formas, o filme plástico. Isso terá como resultado que com poucos investimentos os agricultores e horticultores comerciais conseguirão trabalhar mais intensa e eficazmente. Tal elevará os seu programa de produção e a qualidade das suas culturas podendo, assim, obter um melhor valor/preço de mercado para os seus produtos e, além disso, poder-se-á reduzir os riscos climáticos.

Desde tempos imemoráveis que sempre se protegeram as culturas contra os efeitos desfavoráveis do clima. Arbustos e paredões são utilizados contra os ventos, folhas de plástico e tábuas contra a severidade da luz solar e da força da chuva e o vidro contra o frio. A prática centenária utilizada na Europa de cultivo sob vidro que é colocado com inclinação de 60° contra a parede, ainda pode ser encontrada na China, perto de Pequim. Um sistema semelhante pode ser encontrado nos planaltos da Bolívia, onde se utilizam paredões de barro e protecções de filme plástico do lado onde bate o sol.

O vidro é o material que tem sido usado através dos tempos para permitir que a luz entre numa estufa. A descoberta do filme sintético transparente constituiu um progresso revolucionário pois possibilitou construir-se estufas muito mais baratas. A partir das últimas décadas existem muitas estufas e túneis cobertos com filmes plásticos. Enormes complexos de estufas emergiram nas terras altas da África Orien-

tal e também na América do Sul, na região dos Andes. Os países ricos constróem e supervisam estas estufas e os agricultores locais que venderam as suas terras a estas empresas tornam-se parte da força de trabalho. Eles aprendem como produzir em estufas e, possivelmente, eles próprios querem, mais tarde, fazer o mesmo, de forma independente, mas nessa altura numa estufa que esteja ao alcance das suas possibilidades.

A aparência desta estufa depende do tipo de clima. As culturas devem ser protegidas contra o frio ou a intensidade dos raios solares? Qual será a capacidade de ventilação ou a solução estará numa cobertura que faça sombra? Em resumo, aquando da escolha de uma estufa e do seu equipamento, em primeiro lugar é primordial tomar em consideração os efeitos do clima local. Esta é a razão porque iniciaremos com uma descrição de algumas das condições climáticas muito diferentes e depois, então, trataremos, em capítulos subsequentes, dos tipos de estufas e das suas construções, tendo em conta a estufa mais apropriada para um determinado tipo de clima.

2 Requisitos para o cultivo em estufas

2.1 Introdução

Quando se escolhe uma estufa e o equipamento necessário é de primordial importância tomar em conta as condições climáticas locais.

Antes de se iniciar um projecto de construção de uma estufa deve-se estudar, cuidadosamente, o clima e a sua influência sobre o crescimento das culturas que se planifica produzir. Este capítulo fornece os princípios para se iniciar uma estufa, a que se segue uma descrição do registo do clima e outras condições necessárias para o cultivo em estufas. O capítulo termina com a topografia e a infra-estrutura espacial do terreno.

2.2 Ponto de partida quando se inicia um projecto de estufa

Antes de se iniciar um projecto de estufa deve-se verificar, minuciosamente, se se preencheram todos os requisitos para que o mesmo possa ter êxito.

Para tal é necessário possuir-se dados sobre:

- clima
- solo e água
- topografia
- acesso à area e as oportunidades existentes no respeitante a transporte e *marketing*

- No que diz respeito ao clima, para além da protecção contra a flutuação das temperaturas, também é necessário protecção contra os poderosos raios solares (radiação solar), chuvas intensas, granizo e ventos fortes. As culturas necessitam, frequentemente, de ser prote-

gidas contra uma combinação de condições atmosféricas como as que referimos.

- O tipo de solo, o seu perfil e localização são aspectos aos quais se deve prestar muita atenção. Por esta razão, para o projecto de estufas deve escolher-se, caso seja possível, um solo com uma boa estrutura, numa área plana.
- Prestar cuidadosamente atenção para se assegurar uma boa drenagem da água para uma área mais baixa.
- É muito importante ter-se água para irrigar e lixiviar o solo, de boa qualidade e em quantidade suficiente.
- Também se reveste de importância a existência de uma boa infraestrutura para o transporte dos materiais e dos produtos, assim como a disponibilidade de electricidade.
- Por fim, é necessário saber como vender os produtos que se pretende produzir e as possibilidades existentes – caso necessário – para se mudar para outras culturas.

2.3 O registo do clima

Para se poder obter uma boa visão de conjunto sobre o clima, normalmente basta dispor-se dos dados mensais médios dos vários factores climáticos. Isto diz respeito, particularmente, aos dados sobre *precipitação, temperatura, radiação solar e humidade do ar*. Mais adiante dedicaremos uma especial atenção a este aspecto.

Em primeiro lugar examinaremos estes factores separadamente. No entanto, para se avaliar adequadamente o clima de uma determinada área, também é necessário estudar a inter-relação entre estes factores climáticos. Utilizaremos como base os dados climáticos do banco de dados da FAO (Organização para a Alimentação e Agricultura). No final desta secção é apresentada uma figura sobre condições climáticas diversas que ocorrem em várias partes do globo.

Precipitação

A distribuição da chuva ao longo do ano é apresentada num quadro geral/sinopse da precipitação média mensal (ver Apêndice 16 onde se apresentam alguns exemplos de distribuição da precipitação). O nosso foco centra-se, principalmente, nos períodos secos e nos períodos de chuva. No caso de haver demasiada chuva é necessário certificar-se se há uma boa drenagem da água em excesso, a partir do telhado da estufa (calha por onde se escoa a água), assim como em redor da estufa (drenagem). A água proveniente do telhado pode ser recolhida numa tina – por exemplo, coberta com um filme plástico forte – para objectivos de irrigação. Uma capacidade suficiente de armazenagem de água ajudará a melhor aguentar os períodos secos.

Normalmente a precipitação varia de ano para ano. Os picos, tanto altos como baixos, podem resultar em problemas. Será necessário prestar-se uma atenção suplementar à drenagem durante períodos extremamente chuvosos. E, no caso de uma seca severa, o armazenamento de água de irrigação torna-se absolutamente uma necessidade. Nos casos dos climas subtropicais e temperados, o granizo e a neve também podem causar danos. É preciso ter isto em consideração aquando da selecção do material de cobertura e da solidez dos alicerces.

Ao se fazer decisões sobre a construção da estufa é necessário estar-se certo de que se dispõe de informação suficiente sobre a precipitação, principalmente no caso de dados extremos. Desta maneira poder-se-á tomar as medidas preventivas adequadas em relação ao abastecimento e drenagem da água e à *descarga da água da chuva*

Temperaturas

O crescimento das plantas também se encontra dependente da temperatura. Cada planta possui a sua própria amplitude de variação de temperatura dentro da qual regista um crescimento óptimo. No quadro 1, que a seguir apresentamos, são dadas as temperaturas preferidas por várias hortícolas

Quadro 1: Amplitude de variação de temperaturas para o crescimento óptimo de várias hortícolas

Cultura	Temperatura	Cultura	Temperatura
Tomate	18-23°C	Melão	13-18°C
Alface	10-18°C	Pimentão doce	18-23°C
Rabanete	20-26°C	Couve	15-23°C
Feijão verde	18-25°C	Beringela	22-26°C
Paksoi	20-24°C	Pepino	22-26°C

As temperaturas óptimas que são apresentadas no quadro podem registar um desvio mínimo, tanto para cima como para baixo, sem que tal provoque qualquer dano grave para o crescimento da cultura. Uma temperatura máxima de 28° para a cultura do tomate e do pimentão doce significa, no caso de se registarem temperaturas superiores a essa, que se deverá utilizar ventilação (danos graves apenas ocorrem se as temperaturas forem superiores a 35° C) e a couve e a alface podem suportar temperaturas mínimas que se situam no limiar dos 0°C.

O factor “vento-frio” também se reveste de muita importância para a planta. Uma humidade atmosférica baixa e muito vento também podem causar danos mais precocemente. O que se tem que tomar em conta é que, em determinada ocasião, também pode ocorrer uma subida ou queda repentina de temperatura. Caso já se tenha passado por esta situação é sensato assegurar-se que a estufa se encontra adequadamente apetrechada para se lidar com esta situação (ver Anexo para as temperaturas máximas e mínimas em °C em alguns locais do globo).

Assegure-se de que dispõe de informação sobre as temperaturas extremas da região, de modo a se possuir as medidas e o equipamento necessários com vista ao controlo climático da estufa. Também se reveste de importância a instalação de equipamento de monitorização para regulação das condições climáticas no interior e no exterior da estufa. É evidente que os preços também desempenham um papel nesta questão.

Duração da luz solar

O crescimento e nível de produção das plantas também dependem, em grande medida, da quantidade de luz solar que a cultura recebe diariamente. A duração da luz solar constitui, portanto, uma boa bitola de medida. Um grande número de culturas reage a dias mais curtos ou mais longos (a que se chama fotoperiodicidade das culturas). Esta a razão porque é tão importante que se conheça a duração do dia ao longo de todo o ano. Pode-se alongar o dia utilizando luz artificial ou diminuir-lo com a utilização de persianas (p.e. filme plástico preto). Normalmente estes métodos são utilizados nas regiões tropicais para se estar certo que as culturas têm a oportunidade de passar pela fase de desenvolvimento necessária (ver o Apêndice 1 para dados sobre a duração da luz solar).

É necessário conhecer-se a duração do dia para se poder seleccionar a cultura que se pretende cultivar. A quantidade total de radiação solar determina a taxa de crescimento e o nível de produção. A variação da duração da luz solar está fortemente relacionada com as diferenças na duração do dia. Para mais o padrão de precipitação anual e a escuridão que a acompanha também constituem factores críticos. A topografia do país e, em especial, a presença de montanhas, produzem um efeito na quantidade de nuvens.

Humidade relativa

A humidade relativa do ar, HR (ver o Glossário para definição), afecta, de vários modos, o crescimento e a saúde das culturas. Por um lado, uma HR *elevada* encoraja doenças fúngicas devido a que sob temperaturas flutuantes e um aumento abrupto de evaporação durante as primeiras horas da manhã (madrugada) pode ocorrer facilmente condensação na cultura. Desse modo, criam-se as condições ideais para que os esporos dos fungos germinem rapidamente. Uma HR elevada também pode causar o enfraquecimento da cultura e esta tornar-se mais susceptível a mudanças, tal como seja um aumento brusco de evaporação. Não obstante é muito mais fácil controlar-se uma HR elevada numa estufa que num campo a céu aberto. Em primeiro lugar, a cultura não se molha quando chove. A ventilação provoca um ar mais frio

com uma humidade baixa e a HR baixará através do aquecimento. Por outro lado, uma HR *baixa* também pode ter as suas desvantagens pois desta maneira a taxa de transpiração será demasiado elevada. Podem-se tomar algumas medidas como sejam: rega de aspersão/borrifamento, cobertura e arrefecimento. Uma HR baixa é uma vantagem em climas com temperaturas baixas para reforçar o arrefecimento. Diferenças como estas são decisivas para um bom ou mau crescimento da cultura (para exemplos de dados sobre a humidade média do ar, ver Apêndice 1).

Os valores médios de HR apenas fornecem uma indicação global sobre a humidade. Como regra, a HR é mais alta às primeiras horas da madrugada e mais baixa durante o meio dia. Estes são, pois, os momentos críticos para se regular o clima na estufa. Por esta razão é essencial que se proceda a uma monitorização constante das condições prevaletentes, para se ser capaz de regular adequadamente o clima numa estufa como reacção a mudanças verificadas na HR.

As plantas podem desenvolver doenças fúngicas no caso da HR ser elevada e é por isso que se deve ajustar o clima na estufa. Contudo, também é necessário prestar-se atenção a uma HR baixa, na medida que tal se passa, normalmente, quando a temperatura diária está mais elevada. A monitorização da HR é, pois, de importância crucial.

Velocidade e direcção do vento

Quando se constróem estufas tem que se ter em conta o vento. Caso predomine uma certa direcção de vento, será, então, sensato construir a estufa virada para o vento. A estufa necessitará de ter fundamentos sólidos, especialmente se a probabilidade de ventos fortes causarem danos à estufa for elevada. A cobertura de filme plástico e, particularmente, o sistema de ventilação necessitam de ser protegidos contra os danos provocados pelo vento. Uma direcção predominante de vento também pode afectar gravemente a ventilação. Para além disso, também se deve tomar em consideração esta direcção predominante quando/se se colocarem quebra-ventos.

Assegure-se que a construção pode suportar ventos fortes e certifique-se que se encontra bem fixa para evitar que seja soprada pelo “efeito de vácuo” . Num clima ventoso é necessário escolher um filme plástico de boa qualidade.

Evaporação potencial

As estações meteorológicas monitorizam a evaporação (ver Glossário para definição) a partir de uma superfície isenta de água, através da assim chamado tanque de evaporação. Tal apresenta uma grande semelhança com a perda de água de uma cultura que cobre por completo o solo e tem um abastecimento óptimo de água e, por esta razão, estas medições constituem dados muito úteis para o produtor. A quantidade de evaporação é determinada, principalmente, pela radiação solar ainda que a velocidade do vento, a temperatura e a HR também contribuam de alguma maneira. Para se monitorizar numa cultura a evaporação prevaiente o que é importante é a taxa diária de evaporação que pode ir até 6 ou 8 mm nas regiões tropicais e até a 9 mm nas zonas áridas subtropicais (com uma maior duração do dia).

A evaporação dentro de uma estufa é cerca de dois terços da que se verifica a céu aberto. A cobertura da estufa e os seus elementos de construção interceptam 20 a 30% da radiação (luz) solar, quase que não há impacto do vento e a HR geralmente é mais elevada. Tal não é possível se as temperaturas forem um pouco mais altas. É muito importante manter a cobertura da estufa limpa! É claro que a evaporação aumentará de novo através do aquecimento (ver Apêndice 1 para exemplos de taxas potenciais de evaporação).

Na Figura 1 apresentam-se diversos tipos de clima em vários lugares do globo. Estes dados são constituídos pelas médias dos meses Dezembro e Junho. Mostram as várias quedas pluviométricas em milímetros, as temperaturas máximas e mínimas de Dezembro e Junho, o número de horas diárias de luz solar, a humidade relativa (HR) e a evaporação potencial (Ep) diárias, em milímetros.

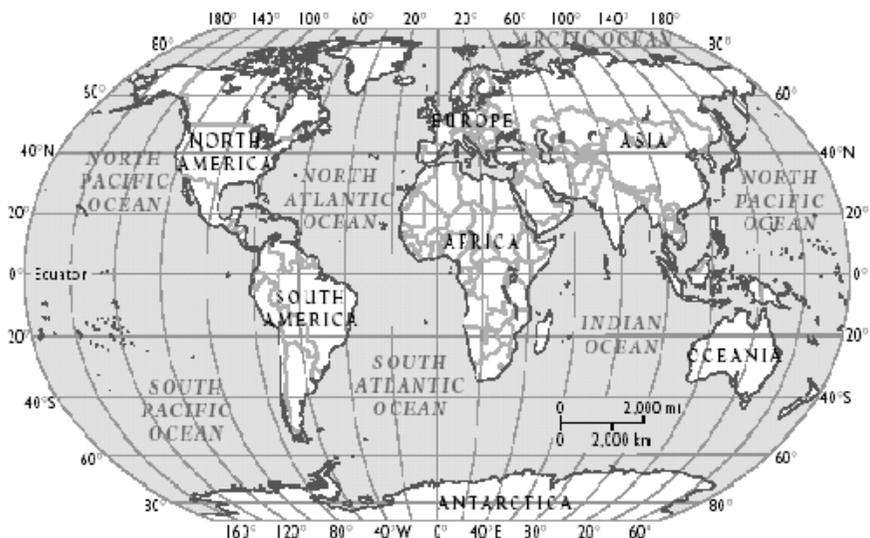


Figura 1: Comparações entre diversos lugares no mundo nos meses de Dezembro e Junho

1. Quito, Equador

	Dezembro	Junho
Precipitação	- 101 mm	- 47 mm
Temperatura	- máx 23, mín 8°C	- máx 22, mín 7°C
Luz solar	- 5,52 h p d	- 5, 16 h p d
Humidade relativa	- 69 %	- 67 %
Evaporação potencial (Eo)	- 3,8 mm p d	- 3,7 mm p d

2. Aeroporto Lod , Israel

	Dezembro	Junho
Precipitação	- 162 mm	- 0 mm
Temperatura	- máx 20, mín 9°C	- máx 30, mín 17°C
Luz solar	- 5,95 h p d	- 11,97 h p d
Humidade relativa	- 71 %	- 68 %
Evaporação potencial (Eo)	- 1,6 mm p d	- 7,4 mm p d

3. Nova Deli, Índia	Dezembro	Junho
Precipitação	- 9 mm	- 67 mm
Temperatura	- máx 23, mín 8°C	- máx 40, mín 29°C
Luz solar	- 8,16 h p d	- 7,45 h p d
Humidade relativa	- 49 %	- 38 %
Evaporação potencial (Ep)	- 2,3 mm p d	- 8,5 mm p d

4. Bandung, Indonésia	Dezembro	Junho
Precipitação	- 203 mm	- 59 mm
Temperatura	- máx 31, mín 17°C	- máx 30, mín 15°C
Luz solar	- 6,44 h p d	- 7,56 h p d
Humidade relativa	- 73 %	- 77 %
Evaporação potencial (Ep)	- 5,3 mm p d	- 4,6 mm p d

5. Nairobi, Quênia	Dezembro	Junho
Precipitação	- 115 mm	- 29 mm
Temperatura	- máx 23, mín 13°C	- máx 22, mín 11°C
Luz solar	- 7,96 h p d	- 5,85 h p d
Humidade relativa	- 74 %	- 73 %
Evaporação potencial (Ep)	- 4,9 mm p d	- 4,0 mm p d

Prestar uma atenção especial aos dados climáticos nos vários quadros apresentados no Apêndice 1.

2.4 Outros requisitos para um cultivo intensivo

Propriedades físicas do solo, humidade e água subterrânea

O teor de humidade nas estufas é essencial caso se pretenda obter o rendimento de produção mais elevado possível. A permeabilidade do solo e o nível de toalha de água subterrânea também desempenham um papel predominante.

- O húmus, em particular, e a argila em menor extensão, retêm água, sendo, portanto, constituintes importantes do solo. O solo que não possui húmus resseca rapidamente e necessita de ser regado com mais frequência e regularidade.

- O produtor da estufa tem que drenar a água em excesso para evitar encharcamento. Por isso o melhor é um solo permeável, de boa qualidade.
- Para além disso o nível da toalha de água subterrânea deve ser baixo (60-80 cm no nível mínimo abaixo do solo) de modo a que a água em excesso possa baixar facilmente. Caso o nível da toalha de água subterrânea seja alto, então a água deverá poder fluir para as áreas mais baixas através de drenos.

A profundidade da zona principal de raizame (camada superior do solo) depende das necessidades que a planta tem para se desenvolver optimamente. De um modo geral, o adequado é uma camada com 40 a 50 cm de profundidade. Tem que poder arejar e drenar bem. Existem dúzias de culturas que podem fixar as raízes a uma maior profundidade.

Pode-se aumentar a fertilidade adicionando nutrientes à água da irrigação de modo a que as plantas as possam absorver mais rapidamente. Caso o solo debaixo da estufa tenha estado coberto durante um longo período de tempo, o conteúdo de sais que não podem ser absorvidos aumentará. Para além disso, também se dará a salinização da camada superior do solo caso a água de superfície estagne frequentemente e a água subterrânea apenas desapareça do solo através de evaporação. Pode-se medir o grau de salinização utilizando um medidor CE (condutividade eléctrica) (ver Glossário para definição).

Caso a lixiviação não ocorra naturalmente com a chuva ou no caso de ser insuficiente, então o solo deve ser lixiviado com água neutra. Normalmente a *lixiviação* efectua-se com grandes quantidades de água (200 a 300 mm), de preferência porção por porção para permitir que os sais se dissolvam gradualmente. Seguidamente é importante que a água se possa drenar rapidamente através da água subterrânea, levando com ela o excedente dos sais dissolvidos. Nos solos pouco profundos (com um nível elevado de toalha de água subterrânea) é indispensável haver um sistema de drenagem intensivo para que se verifique uma lixiviação e uma descarga eficazes da drenagem da

água. Caso a lixiviação do solo apresente dificuldades insuperáveis, a utilização de vidro, lã de vidro ou lã mineral como meio de crescimento poderia ser a resposta. Contudo, tal requereria uma forma mais complexa de cultivo em estufa que necessitaria o uso de rega gota a gota e adição de fertilizantes artificiais. Pode-se chegar a um compromisso dispondo canteiros no solo, utilizando areia grossa envolvida em filme plástico. Desta maneira toda a água excedentária contendo sais pode ser drenada através do solo.

Tomar em consideração a permeabilidade do solo para se evitar a ocorrência de toalhas altas de água subterrânea, o que pode causar salinização e danificar as raízes das plantas. O solo pode ser analisado de um modo simples até uma profundidade de um metro, utilizando-se uma sonda de água Deelman (ver 6.6).

Propriedades químicas e fertilidade do solo

A investigação sobre a fertilidade do solo para benefício do cultivo moderno em estufas, normalmente é levada a cabo em laboratórios, o que implica análises químicas e físicas dos micro e macro-elementos do solo. Tal possibilita que sejam dados bons conselhos sobre diversos tipos de fertilizantes.

O procedimento normal é medir a quantidade dos elementos mais importantes tais como:

- NH₄ (amónia/amoníaco)
- K (potássio)
- Na (sódio)
- Ca (cálcio)
- Mg (magnésio)
- NO₃ (nitrato)
- Cl (cloro)
- SO₄ (sulfato)
- HCO₃ (hidrocarbonato)
- P (fósforo).

Também se determina o pH (ver Glossário para definição), a acidez e o valor CE .

Pode-se medir um grande número destes elementos, tanto em amostras do solo, como em amostras de água. Também se podem determinar micro-elementos que influenciam o crescimento da planta, como sejam:

- Fe (ferro)
- Mn (manganês)
- Zn (zinco)
- B (boro)
- Cu (cobre)
- Mo (molibdénio).

Ademais, durante a produção da cultura também se pode fazer uma análise completa, suplementar.

Conheça a qualidade do seu solo para poder aplicar fertilizantes. Caso possua uma grande exploração agrícola, considere a possibilidade de fazer um contrato como um laboratório de análises de água e solo para se poder assegurar que são tomadas as decisões acertadas no que respeita a fertilização e a fertirrigação (combinação de água e fertilizantes)

2.5 Topografia do terreno

O tamanho e a forma do talhão determinam, parcialmente, onde a estufa ou os túneis podem ser construídos. Dum ponto de vista de irrigação é sempre aconselhável construir numa parcela de terreno horizontal. Também pode ser sensato ter em consideração, desde o início, futuras ampliações da estufa. Em relação à drenagem de superfície são necessários calhas (drenos para escoamento da água) com uma inclinação suficiente para as áreas mais baixas a partir das quais a água pode ser descarregada para canais ou rios. As calhas podem ser cobertas ou descobertas dependendo da composição do solo. No caso de irrigação de superfície são necessárias calhas para transportar a água para as plantas. A inclinação determina a quantidade e velocidade do transporte da água.

Preste atenção à topografia do seu terreno. O chão da estufa tem que ser o mais horizontal possível.

2.6 Infra-estrutura e distribuição espacial

Tendo em conta um equipamento de produção mais caro e uma qualidade mais elevada do produto, é importante considerar a localização espacial da sua exploração agrícola. O cultivo em estufas necessita de uma maior atenção que o cultivo que é feito a céu aberto, num campo (necessita, por exemplo, de um controlo climático diário). Por esta razão o lugar do cultivo deve ser de fácil acessibilidade, em qualquer momento

É necessário dispor-se sempre de uma estrada/caminho acessível e em boas condições para o transporte de produtos e de materiais, tanto para a exploração agrícola como para fora desta. Também se deve estar seguro no respeitante à disponibilidade de água de irrigação, de boa qualidade. E no caso de se considerar uma ampliação da empresa de cultivo em estufa, uma ligação à rede eléctrica também constitui um requisito importante de produção.

3 Estufas: tipos e construções

3.1 Introdução

A maneira segundo a qual se pode efectuar a protecção das culturas de modo a se promover o seu crescimento e a melhorar o período de crescimento pode variar desde métodos simples e baratos até métodos complicados e utilizando um alto coeficiente de capital. Existem vários tipos de construções e respectivos materiais de cobertura. Nesta publicação limitar-nos-emos às construções que são adequadas para serem cobertas com filmes plásticos e materiais de abrigo/resguardo. Também é necessário ter em conta a altura e outras necessidades da cultura.

3.2 Construções baixas

A forma mais simples de cobertura é utilizando filmes plásticos transparentes, finos, colocados no solo. Para se assegurar que o filme plástico não seja levado pelo vento, é necessário que nos seus lados se aplique algo pesado, contra o solo. Este é um método que pode ser utilizado em áreas com clima moderado, na Primavera. Ao se cobrir os canteiros criar-se-á uma temperatura ligeiramente mais elevada e a humidade será retida, o que aumentará a germinação e o crescimento das plantinhas. Logo após a transplantação, também se poderá cobrir o solo tal como se faria no caso da alface.

No caso de se utilizar filme plástico perfurado, pode-se deixar a cobertura durante um pouco mais de tempo, na altura em que as temperaturas sobem, na Primavera, e aproveitar o facto de se verificar um crescimento um pouco mais acelerado. Ademais, também se pode verificar uma troca de gases, de modo que o fornecimento necessário de CO₂



Figura 2: Um apoio simples com material de abrigo/resguardo

para a fotossíntese não se encontra em perigo. A cobertura do solo com folhagem ou algo similar constitui o método mais barato e é aplicado normalmente num clima soalheiro. Poder-se-á acrescentar um pouco mais de estrutura, através de um apoio simples e colocando-se material de resguardo/abrigo por cima (ver Figura 2).

As plantinhas jovens terão, assim, espaço para se desenvolverem livremente. Muitas vezes, pode-se erigir uma pequena construção sobre estacas, em cima dos viveiros, no topo do qual se pode fixar, diagonalmente, material vegetal de resguardo, usando para tal arame, madeira ou bambú. Isto oferece, em certa medida, protecção contra chuvas pesadas e sol forte. Deve-se prestar especial atenção à orientação, no que respeita a direcção do sol e do vento (ver Figura 3).

Construções abertas como a ilustrada na figura são mais adequadas para a protecção de toda a cultura, nas regiões tropicais. Tais construções mantêm as plantas mais secas e estas terão menos problemas com doenças fúngicas e, dessa maneira, poupar-se-á no controlo de doenças. A produção também será de melhor qualidade.

De modo a se evitar o crescimento de ervas daninhas e a limitar-se a evaporação, pode-se utilizar filme plástico preto para cobrir o solo. Nessa situação plantar-se-ão as plantas nos orifícios que foram feitos no plástico. Em estufas utiliza-se filme plástico preto e branco. A superfície superior, branca, assegura o reflexo da luz, que é favorável para o desenvolvimento da cultura. Previne, também, qualquer elevação pronunciada da temperatura do solo, quando a luz solar irradia no filme plástico. A protecção dos canteiros e dos viveiros contra a severa luz



Figura 3: Protecção contra chuvas pesadas e forte luz solar

solar, precipitação e para se evitar a dessecação das plantinhas é essencial para se obter um bom material para plantio.

3.3 Túneis baixos

Túneis baixos e túneis pequenos nos quais se pode andar são, de facto estufas em miniatura. Existem diversos tipos desses túneis, compostos por uma armação semicilíndrica de apoio, coberta com plástico. A Figura 4 ilustra alguns modelos que incluem as suas dimensões.

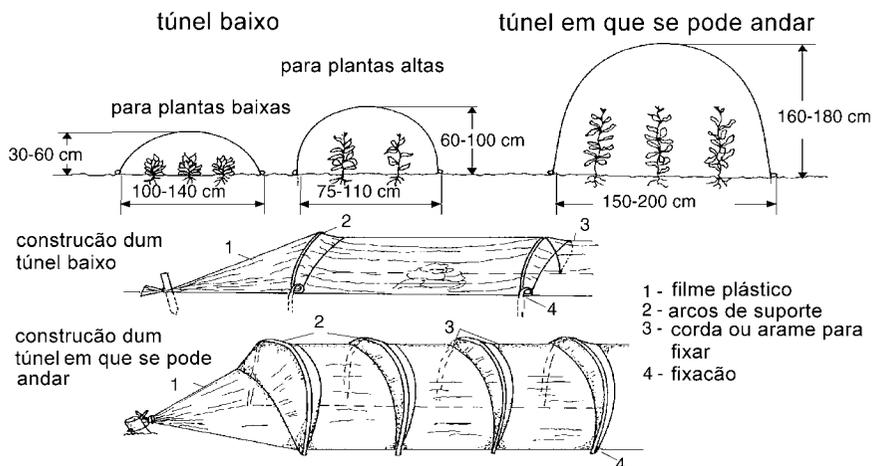


Figura 4: Túneis baixos e suas dimensões

A armação de suporte pode ser feita de arcos de madeira, bambú, tubos flexíveis de plástico (os que são usados para fios de electricidade) ou arame forte. Os arcos têm que ser colocados distanciados cerca de 2 ou 3 metros uns dos outros e enterrados no solo. Depois de se esticar o filme plástico (por exemplo, de polietileno ou PVC) sobre os arcos, os lados podem ser enterrados no solo, com uma camada de terra. A restante fixação do túnel é feita por meio de uma corda ou com arame sobre o filme plástico em cada um dos arcos de suporte. Para efeitos de ventilação, o filme plástico pode ser levantado ou deslocado um pouco.

Retira-se o filme plástico durante a época da colheita e, por vezes, até mais cedo, caso o tempo o permita. Deste modo, o túnel protege a cultura durante o mau tempo, contra temperaturas baixas, granizo e também contra pássaros e insectos. As vantagens mais importantes dos túneis baixos residem nos poucos custos de construção e no método simples de construção. As desvantagens são que apenas fornecem um ganho de temperatura limitado assim como limitadas são as possibilidades de ventilação, sendo difícil o manuseamento das plantas.

Os túneis baixos são utilizados, normalmente, apenas para uma cultura. Na maioria dos casos o filme plástico cobre o solo e os túneis baixos constituem os primeiros passos na direcção de um cultivo protegido. Eles podem oferecer um aumento de temperatura da ordem de 2 ou 3 °C. No caso da produção de culturas rasteiras como sejam alface, melão e outras deste tipo, as explorações agrícolas usam muitas vezes túneis baixos, ano após ano, como uma solução comprovada para provocar o crescimento da cultura.

3.4 Túneis onde se pode andar

Os túneis da altura de uma pessoa cobertos com filme plástico são suficientemente grandes para se poder trabalhar dentro deles e para poder acomodar culturas mais altas, como sejam tomates e pepinos. A forma mais simples de túneis com altura de uma pessoa (onde se pode andar) é feita de arcos de madeira ou de aço sobre os quais se estica o plástico. É importante estar seguro que o plástico que sobra nos lados é firmemente enterrado na terra. A desvantagem dos suportes de aço é que no caso de exposição ao sol e a temperaturas elevadas, o plástico se rompe mais rapidamente quando está em contacto com o metal quente. Tal pode ser evitado isolando-o com tiras de espuma sintética. Também pode ajudar se se pintar de branco o plástico em cima dos arcos.

Pode-se fixar o filme plástico nos lados, ao longo do túnel ou ao comprimento do mesmo. A fixação ao longo do túnel dá a possibilidade de

fixar as aberturas feitas para a ventilação entre o comprimento das juntas (ver fig. 5).

Caso o filme plástico seja estendido no sentido do seu comprimento (longitudinalmente) é necessário fixá-lo de maneira especial nas extremidades dianteiras, para além do lado que está fixado ao chão. O método de ventilação para tais túneis tem que estar ligado com o sistema de construção e de revestimento/cobertura.



Figura 5: Túnel onde se pode andar (da altura de uma pessoa)

Um túnel simples apresenta limitações:

- Num clima quente os meios de ventilação simples limitam as opções de cultivo.
- O uso de filme de polietileno (PE) barato significa que a cobertura apenas durará uma campanha agrícola porque se romperá por acção da radiação solar e da fricção. Isto implica mais custos para a sua substituição e mais refugo. Em vez disso poder-se-á comprar por um preço razoável um PE com UV estabilizado, que dura muito mais tempo.

- Uma fixação simples do filme plástico é vulnerável a danos causados por intempéries.
- É difícil apoiar culturas de porte alto com suporte, de modo adequado.

Os túneis individuais são utilizados em grande escala. Oferecem alguma protecção contra o frio e, especialmente no caso de culturas com porte alto e vulneráveis, também protegem contra o vento e a chuva. A experiência demonstrou que também ocorrem limitações como resultado de temperaturas e da humidade do ar excessivamente elevadas. É possível obter-se uma melhor ventilação com o auxílio de técnicas adicionais, mas a sua utilização também requer alguma experiência.

3.5 Túneis com possibilidade de regulação das condições climáticas

A regulação das condições climáticas, as opções de cultivo e o tempo de duração dos túneis registou diversos melhoramentos, resultado da larga experiência com o uso de túneis de plástico. Na figura 6 são ilustrados túneis com uma construção sólida.

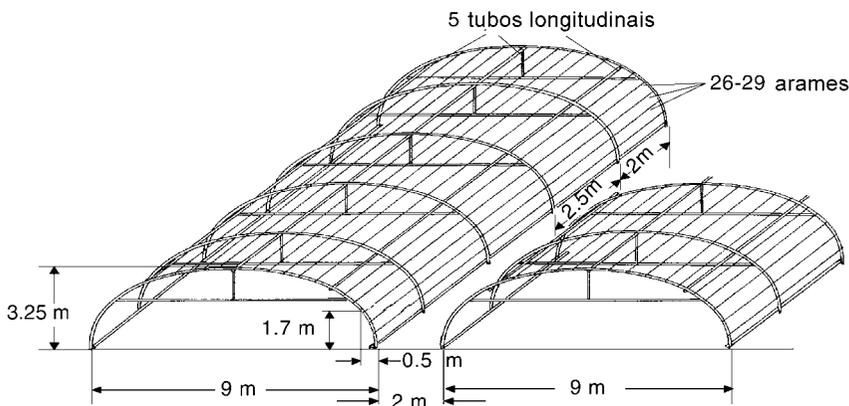


Figura 6: Túnel com uma construção sólida

As dimensões são tais que possibilitam que haja espaço suficiente para se poder trabalhar no seu interior e para se produzir uma diversidade de culturas de maior porte. A sua estrutura é constituída por tubos galvanizados que também podem ser reforçados com arames, no sentido do comprimento. Os espaços entre os arcos de suporte devem ser de 2 a 2,5 metros para poderem aguentar ventos fortes e o peso da neve. No entanto, a desvantagem da utilização de arcos de aço e de arame reside no facto de o filme plástico ter mais probabilidades de se danificar mais rapidamente através da fricção com o metal. O isolamento com fita isoladora ou com fita de espuma entre o arco de aço e o filme, pode ser muito útil. Suportes em cruz (braçadeiras de estabilidade) são mais robustos e, para mais, oferecem a oportunidade de apoiar plantas mais altas.

O passo na direcção de túneis nos quais se pode regular as condições climáticas constitui apenas uma questão monetária. Contudo, o investimento em tal passo apenas se justifica caso o agricultor possua a experiência necessária com a cultura visada e com o equipamento de monitorização que será necessário. Um passo na boa direcção será a troca de experiências com colegas, assessores especializados, extensionistas e fornecedores.

Na sua forma mais simples, uma estufa formada por vários túneis acoplados tem a assim chamada construção de telhado plano. Este tipo de estufas encontra-se predominantemente no Sul de Espanha. O filme plástico utilizado para cobertura é, normalmente, de PE, de uma qualidade simples, e deve ser substituído após cada “cultura de inverno”.

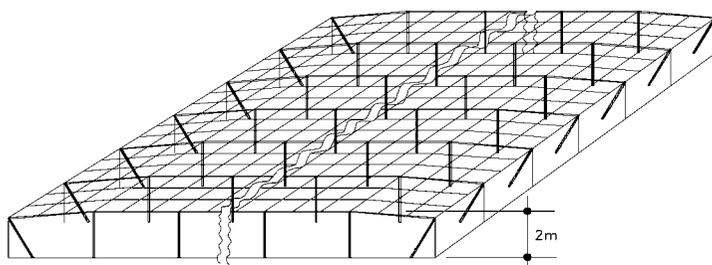


Figura 7: Construção com um telhado plano

As larguras (extensão dos lados) do filme são colocadas no chão a todo o comprimento da estufa. São abertas rachas de ventilação entre as larguras do filme plástico. Na medida em que a construção carece de uma estrutura robusta, as plantas mais altas são suportadas com estacas. A construção ilustrada na Figura 7 é mais ou menos horizontal e a ventilação ocorre através da cobertura ao se deslocar o filme.

Os túneis de duas construções em arco, acopladas, dos quais se desenvolveram uma variedade de construções são, de longe, mais comuns, embora se verifiquem diferenças no que respeita à largura das aberturas e aos métodos de protecção e ventilação (ver Figuras 8 e 9).

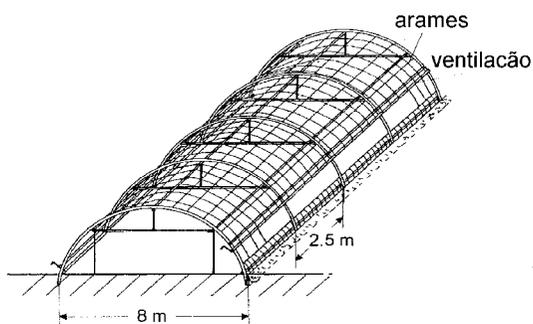


Figura 8: Túnel onde se utiliza filme plástico mostrando um corte transversal (perfil transversal) e uma ventilação lateral de enrolamento (que também é aplicada nas construções duplas em arco, acopladas)

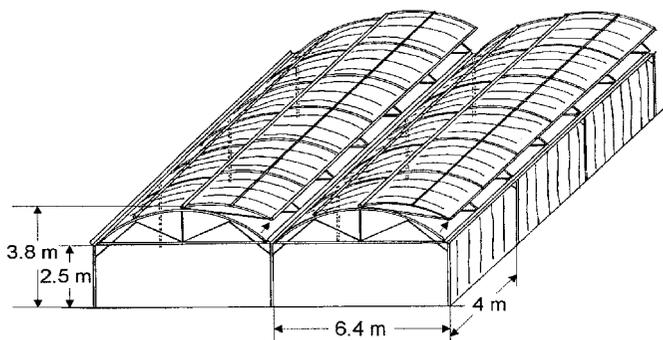


Figura 9: Construção dupla (dois túneis em arco, acoplados) com ventilação no telhado, efectuada através da sua deslocação, total ou parcial

As estufas com sistemas de túneis duplos, com construções em arco ou com vários túneis acoplados, são utilizadas para se valorizar o espaço. Nestas estufas ocorrem menos perdas marginais e trabalhar nelas é mais conveniente e eficiente. A regulação das condições climáticas é efectuada de modo similar à que se verifica nos túneis individuais bem apetrechados e até pode ser feita mecânica e automaticamente. Outros pontos positivos são: maior uniformidade da cultura e mais possibilidades de mecanização, como seja o transporte dentro do túnel. Nas regiões tropicais o número de túneis que podem ser construídos pegados uns aos outros é limitado, na medida em que a ventilação através dos lados é importante e mesmo indispensável.

3.6 Zonas de sombra

Nas regiões com um clima soalheiro, seco ou durante a estação seca num clima de monções, é crucial que as culturas se encontrem protegidas contra o sol abrasador. Nesse caso coloca-se, normalmente, um resguardo/cobertura que faça sombra, por cima das plantas jovens, especialmente após se verificar o envazamento (plantação em vasos) ou para estacas/mudas. Se se tratar de um período mais prolongado, nesse caso colocar-se-á um resguardo permanente. A maneira mais fácil é utilizar-se folhas como sejam as frondas das palmeiras, mas

resguardos feitos de material tecido, de rede ou de malha durarão mais tempo. O material de resguardo varia quanto à qualidade e o grau segundo o qual impede a entrada de luz. O material de resguardo pode ser fixado a uma construção de estacas ou de tubagem com soldadura (ver Figura 10). A construção pode ser fixa nos lados, por questões de estabilidade. As zonas sombreadas são predominantemente utilizadas nas regiões com prolongada insolação. A ventilação (arrefecimento) faz-se através das aberturas laterais da rede de cobertura. Tal proporciona a oportunidade de se poder produzir uma diversidade de culturas sem haver a necessidade de se utilizar estufas com um sistema de arrefecimento mais sofisticado.

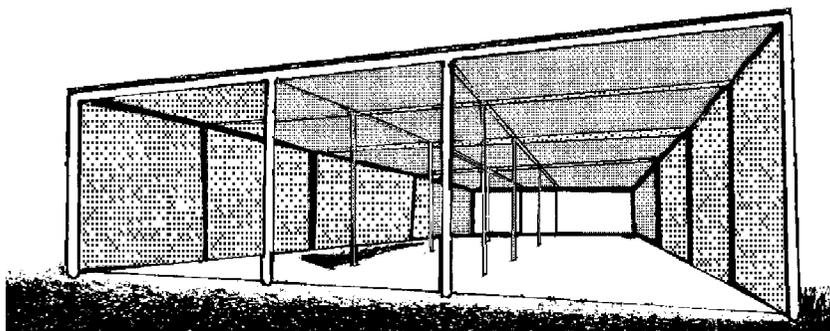


Figura 10: Zona de sombra (Rovero)

4 Cobertura da estufa

4.1 Introdução

De modo a se proteger a cultura contra as influências externas, reveste-se de primordial importância que se utilize material de boa qualidade para a sua cobertura. Neste capítulo discutem-se as vantagens, as desvantagens e os efeitos de vários materiais.

4.2 Cobertura de filme plástico

O filme plástico que é mais correntemente utilizado para a cobertura do solo ou da estufa (revestimento) é o *polietileno* (PE). Outros filmes plásticos são o *poli(cloreto de vinilo)* (PVC), acetato de vinil e etileno e acetato de vinil – EVA, poliéster e *Tedelar* (ver o quadro 2). A vantagem do PE em relação a outros filmes plásticos é que pode ser produzido em todos os tipos de larguras e espessuras e também é barato. Uma das desvantagens é que tem uma durabilidade limitada. No entanto, pode-se prolongar, significativamente, o seu tempo de duração caso seja resistente aos ultravioletas (UV). Se aquando da sua fabricação lhe for acrescentado acetato de vinil, (polímero EVA), tal aumentará a capacidade do filme para melhor poder reter o calor durante a noite, na estufa.

Podem-se utilizar filmes PE muito finos e, por isso, também muito mais baratos normalmente com uma espessura de cerca de 30 a 50 microns (0.03-0.05 milímetros) para cobrir os viveiros e canteiros de plantas.

Para que o plástico não seja levado pelo vento este pode ser enterrado no chão. As áreas maiores do solo também podem ser cobertas com tiras mais largas de filme plástico.

Caso seja necessário utilizar o filme plástico por um período de tempo mais longo, o que permite, assim, que a cultura coberta cresça um pouco mais, então será preferível utilizar *um filme plástico perfurado*.

Para se obter uma perfuração por metro quadrado de 4 ou 5 % , furam-se, mecanicamente, entre 500 a 1000 buracos no plástico. Tal assegurará uma boa troca de dióxido de carbono e de oxigénio, o que facilitará a eliminação de calor excessivo, num clima com muito sol. É evidente que se perde uma pequena parte do efeito da retenção de calor, mas a cobertura do solo ainda preservará a vantagem de limitar as perdas de transpiração.

Para a cobertura de túneis e estufas o filme plástico mais utilizado é o filme PE de 150 ou 200 microns (0,15-0,20 milímetros) O filme PE pode ser fabricado com a mesma espessura do EVA. O seu preço mais elevado reflecte nitidamente as suas melhores propriedades. No quadro que a seguir é apresentado, pode-se ver uma sinopse das propriedades dos filmes plásticos sobre os quais nos debruçamos.

Quadro 2: Propriedades dos filmes plásticos

Indicação do preço por	Espessura em mm	Transmissão da luz (%)		Transmissão de IR	Durabilidade
		90°	60°		
PE Muito barato	0.03 – 0.05	92	80	0.7-0.8	> 6 meses
PE resistente aos UV Barato	0.15-0.20	92	80	0.5-0.6	3-4 anos
EVA Preço moderado	0.15-0.20	91	79	0.3-0.4	3-4 anos
PVC Bastante barato	0.15-0.20	89	78	0.2-0.3	1-2 anos
Melinex polyester Bastante caro	0.05-0.125	93	82	0.1-0.2	8-12 anos
Teddalar Caro	0.20	94		0.4	5-7 anos

(Fonte: C. von Zabelitz, 1988, A. van Ittersum, 1997)

O valor de transmissão da luz aplica-se ao material novo. Por acção da *idade* (processo de *envelhecimento*) e da *poluição*, a transparência do material diminui gradualmente. A diferença pode atingir 10 a 20 %. A transmissão da luz é mais elevada quando a luz solar se encontra numa posição *perpendicular* à cobertura da estufa (90°). No entanto, tal apenas se verifica durante uma pequena parte do dia e o efeito diminui à

medida que o sol desce para o horizonte. Pode-se atribuir um valor de 60° à luz que entra na estufa a partir de vários ângulos. Quando o sol se encontra baixo, a transmissão da luz é, de longe, muito menor, como resultado de perdas substanciais de reflexão. Deste modo, a quantidade de radiação solar que pode penetrar, efectivamente, na estufa encontra-se dependente da orientação desta.

A transmissibilidade da luz dos diversos filmes plásticos não apresenta muitas diferenças entre si, ao contrário do que se passa com a deterioração por acção de envelhecimento. A transparência do polietileno e do filme plástico Tedlar mantém-se durante muito mais tempo do que a de outros filmes, mas eles são dez vezes mais caros que o PE e PVC.

A transmissão da luz pode reduzir-se drasticamente através de *gotículas de condensação* sobre a superfície interna da cobertura. Esta é a razão porque se desenvolveram métodos para evitar a formação de gotículas. Depois de o plástico ter recebido um tratamento anti-condensação (anti-vapor) a condensação decrescerá gradualmente e desaparecerá, completamente, dentro de um período de um ou dois anos.

4.3 Efeitos dos materiais de cobertura

A luz que entra na estufa aquece o solo, a cultura e a construção. A reflexão da *energia radiante* pode ser atenuada, em menor ou maior grau, pela cobertura de filme plástico. No que se refere ao assim chamado efeito de estufa, pode-se verificar enormes diferenças entre os vários filmes: o PE apenas retém o calor até a um certo ponto, o EVA tem um efeito muito maior, enquanto o PVC e o *Melinex* (ver quadro 2) são excepcionalmente bons e o *Tedlar* possui propriedades moderadas de retenção do calor. A condensação tem um efeito positivo na retenção do calor, especialmente quando se utiliza PE e EVA. O valor de durabilidade do filme aplica-se a um clima temperado. Sob condições climáticas em que o calor do sol é abrasador, o filme durará muito menos tempo, especialmente nos casos de PE e PVC. A experiência

em relação à utilização de filme plástico EVA é que é bastante favorável. Não há muitos dados sobre a experiência com filmes mais caros.

Um desenvolvimento recente, totalmente diferente, é o fabrico de filme que tem um certo efeito de arrefecimento. O filme Astrolux, que não foi mencionado no Quadro 2, é fabricado especialmente para regiões onde existe uma prevalência de elevada radiação solar. Nas estufas que são cobertas com este filme, pode-se manter as temperaturas do meio dia entre 6 ou 7° mais baixas do que se se utilizasse outros tipos de cobertura (através de uma elevada flexibilidade). É evidente que o preço deste filme é elevado e, portanto, está muito longe de poder ser utilizado em pequenas explorações agrícolas.

Para se cobrir os túneis padrão utiliza-se, habitualmente, um filme plástico de PE. Num clima quente, as qualidades inferiores no que respeita à retenção do calor podem, efectivamente, funcionar como uma vantagem porque se pode eliminar um excesso de energia radiante. Caso se pretenda, realmente, reter mais calor e se procure uma cobertura barata, o PVC constitui uma boa escolha. No entanto, será melhor escolher EVA, na medida em que a sua melhor durabilidade compensa bastante o facto do seu preço ser mais elevado. A utilização do *Melinex*, um produto muito caro, ainda se encontra limitada e o *Tedlar* ainda não está a ser utilizado pois não pode ser fornecido nas dimensões apropriadas para utilização.

5 Controlo das condições climáticas na estufa

5.1 Introdução

As condições climáticas na estufa são reguladas através da ventilação, aquecimento e arrefecimento e através da utilização de sistemas de cobertura. A regulação dum factor climático tem, normalmente, um efeito sobre os outros factores. Por exemplo, aumentar a temperatura provoca uma descida da humidade relativa. A ventilação afecta a temperatura assim como a humidade do ar, enquanto a cobertura afecta a transmissão de luz (o nível de assimilação) assim como a temperatura.

A regulação das condições climáticas é muito mais difícil se o clima é seco e soalheiro e, particularmente, imediatamente após a transplantação, quando apenas uma pequena parte do solo se encontra coberto por plantas. A transpiração da cultura desempenha um efeito importante no que respeita à estabilidade das condições climáticas dentro da estufa. Uma transpiração em excesso exige muita energia para se assegurar que não se verifica um aumento excessivo da temperatura do ar e que há um aumento da humidade do ar. Nas próximas secções debateremos os diversos métodos utilizados para controlo das condições climáticas.

5.2 Métodos para regulação das condições climáticas

Ventilação

Efectua-se a ventilação abrindo-se parte da cobertura da estufa, na parte lateral, no telhado ou na entrada dianteira ou traseira. Num clima quente a superfície que pode ser aberta para ventilação necessita de ser pelo menos 20 a 25 % do casco da estufa (até mais nas regiões tropicais). A ventilação tem que ser feita quando se regista uma grande subida de temperatura ou de humidade do ar, mas deve ser feita por etapas, gradualmente, para se evitar mudanças bruscas nas condições

climáticas, que provocam um choque nas plantas. Nas Figuras 11, 12 e 13 são apresentados alguns exemplos.

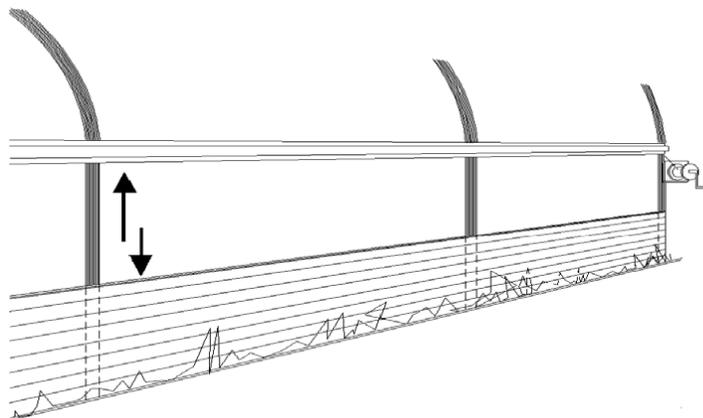


Figura 11: Ventilação lateral por enrolamento na parte vertical do casco

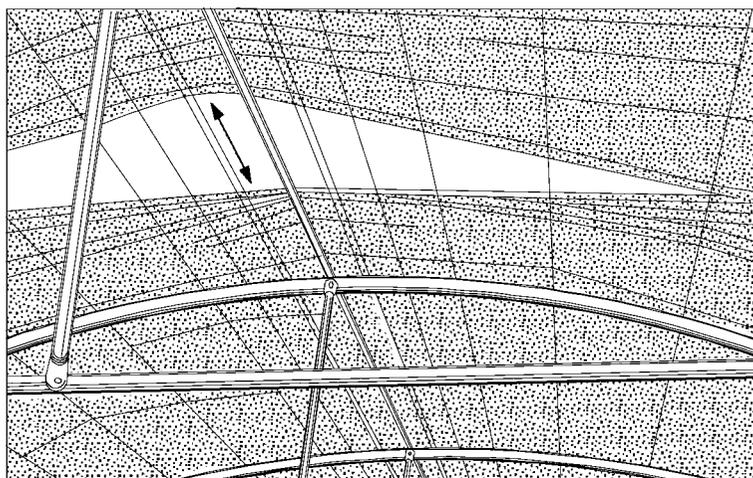


Figura 12: O sistema de ventilação funciona puxando-se cordas que abrem fendas numa estufa revestida de filme plástico

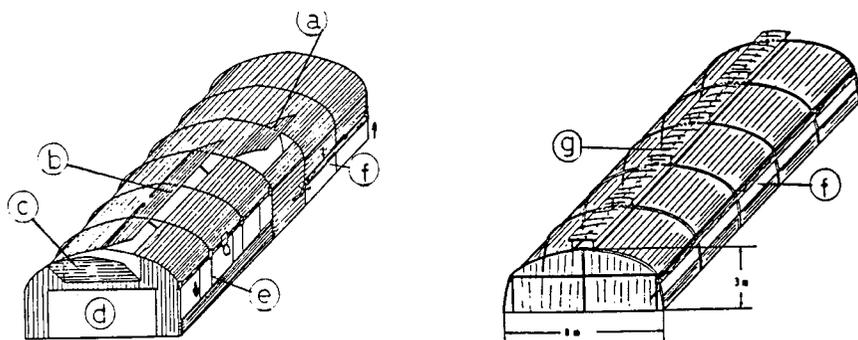


Figura 13: Ilustração geral das possibilidades de ventilação em estufas com filme plástico

Explicação:

a = janela de ventilação simples

b = janelas contínuas de ventilação

c = janela de ventilação no frontão de entrada

d = ventilação efectuada por uma porta aberta

e = ventilação efectuada pela empena lateral, de cima para baixo

f = ventilação efectuada a partir da empena lateral de baixo para cima

g = ventilação contínua através da elevação da parte de cima da janela

Seria prático caso as janelas de ventilação se pudessem abrir e fechar de forma **gradual**, manual ou mecanicamente. No caso de construções extremamente simples poder-se-á apenas abrir as portas ou fazer uma abertura permanente. Existem muitas e variadas possibilidades de se *ventilar manualmente*. Frequentemente e por questões práticas, deixa-se tudo aberto ou parcialmente aberto, mas é evidente que tal não constitui uma regulação óptima da ventilação. Nas estufas melhor equipadas a ventilação (*mecânica*) é ajustada à situação climática e às necessidades da cultura. Tal conduz a resultados mais fidedignos.

O calor concentra-se, principalmente, na parte mais elevada do túnel. As aberturas de ventilação que se encontram nesta parte da estufa são, portanto, as mais eficazes mas, muitas das vezes, encarecem a construção do túnel. É importante que as janelas sejam à prova de vento

quando se encontram fechadas assim como nos vários ângulos em que podem ser abertas. Pode-se selar as aberturas com rede mosquiteira.

Resguardos

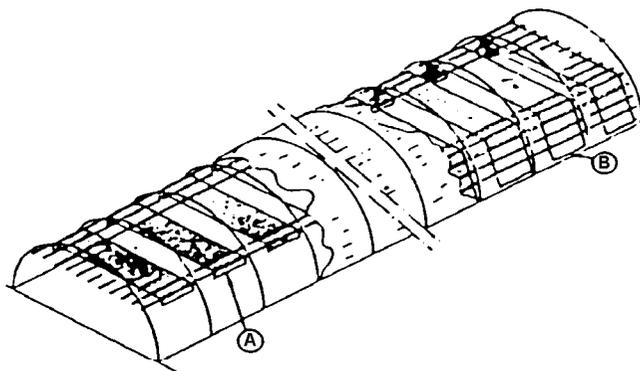
As culturas que não podem suportar sol em excesso necessitam de um resguardo. Tal aplica-se a culturas que apreciam a sombra, mas também é essencial para se tapar um canteiro ou quando as plantas são muito pequeninas. Os resguardos reduzem, em parte, a evaporação de modo que a absorção/retenção de água pela cultura pode compensar a perda de humidade. De outro modo o aquecimento excessivo das células da planta poderá causar queimadura ou desidratação interna, tendo como resultado o apodrecimento da ponta das flores nos tomates e nos pimentos e em queimaduras das extremidades da alface e da couve, por exemplo. Para finalizar, é bom ter resguardos caso o sol possa “surpreender” de repente as plantas, após um período de céu tapado. Um resguardo móvel pode ser muito útil quando o tempo muda intermitentemente de soalheiro para nublado.



Figura 14: Um resguardo no exterior de uma estufa

Obviamente que a utilização de resguardos é mais necessária em regiões com um clima quente e com muito sol. Quanto mais quente for o clima e mais sensível a planta, maior é a necessidade de se utilizar um resguardo. Esta a razão pela qual os materiais de resguardo se podem obter numa ampla variedade de percentagens de sombreamento. Os resguardos devem proteger contra uma parte da energia radiante do sol. Será mais eficaz colocar o resguardo na parte de fora da estufa, pois assim a parte do calor solar que é bloqueada pelo resguardo não poderá aquecer a estufa e muitas menos as plantas.

Não obstante, um resguardo exterior é mais vulnerável a condições climáticas e também necessitará de uma construção adicional na estufa, embora haja várias soluções (ver figura 14). Geralmente o que se faz, especialmente nas regiões com um clima moderado, é colocar o resguardo dentro da estufa. Claro que para tal se necessita de uma construção adicional, que pode ser realizada no interior de um túnel através de suportes de arame fixados à armação (ver figuras 15 e 16).



tipo com "parede" lateral (A) ou (B) à escolha

Figura 15: Resguardo no interior de um túnel

Nas regiões quentes e soalheiras está em voga o cultivo exclusivamente sob um sistema de resguardo. Nesse caso o material de resguardo é fixo numa fundação, onde a ventilação se pode efectuar livremente

(ver Figura 10, entrada sombreada). Por exemplo, esta é a maneira segundo a qual é possível cultivar na Península Arábica.

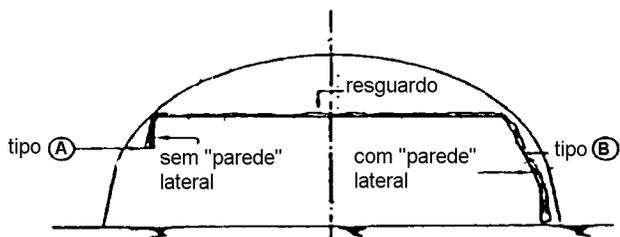


Figura 16: Resguardo no interior de um túnel: corte transversal

Aquecimento

Muitas vezes torna-se necessário aquecer a estufa ou o túnel para evitar que as culturas sejam danificadas por acção do frio e possam alcançar um crescimento óptimo. Pode-se obter um aquecimento passivo por intermédio da retenção de calor e um aquecimento activo ao se utilizar mais aquecimento no interior do túnel.

Aquecimento passivo

➤ **Cobertura com filme plástico**

É óbvio que se se cobrir o chão com filme plástico e utilizando-se túneis e estufas, que uma parte da energia radiante diária pode ser retida. Isto constitui, pois, uma forma de aquecimento passivo.

➤ **Conservação do calor na água**

Uma parte da energia radiante do sol também pode ser retida, de forma barata, colocando-se sacos de plástico pretos, cheios de água, entre as linhas de culturas, em cima do solo. Esta água aquece durante o dia e liberta, gradualmente, o seu calor para o ar da estufa. No entanto, é pena que pela manhãzinha, na altura que o ar exterior está mais frio, a libertação de calor também seja a mais baixa. Para além disso, este método barato também é vulnerável porque podem ocorrer, facilmente, perdas de água.

➤ **Filme plástico que retém o calor**

Uma melhor forma de reter calor adicional é escolher um plástico mais caro para cobrir a estufa, facto que já foi mencionado no Capítulo 3, ou seja a utilização de filme plástico EVA, mais caro, que é o mais frequentemente usado para estes objectivos. Também se pode utilizar uma camada dupla de filme plástico para cobrir a estufa ou túnel. A desvantagem apresentada por este método, relativamente mais caro, é que a luz que é transmitida à estufa é menos intensa, de modo que o crescimento é retardado.

➤ **Resguardos de “energia”**

Também já se utilizam, desde algumas décadas, resguardos de “energia” para reduzir a perda de calor durante a noite. Considerando que já se tem um resguardo para proteger contra os abrasadores raios do sol, este também pode ser fechado à noite para manter o calor dentro da estufa. Têm sido fabricados materiais de resguardo que consistem de tiras de alumínio que podem, de maneira muito eficaz, manter de fora a energia radiante, podendo, assim, também ser usados como resguardos de sombra. Claro que um tal investimento não é barato.

➤ **Esteiras de palha**

A prática de enrolar esteiras (de palha) para cobrir a estufa durante a noite é antiga e universal, embora exija muito trabalho (ver Figura 17).

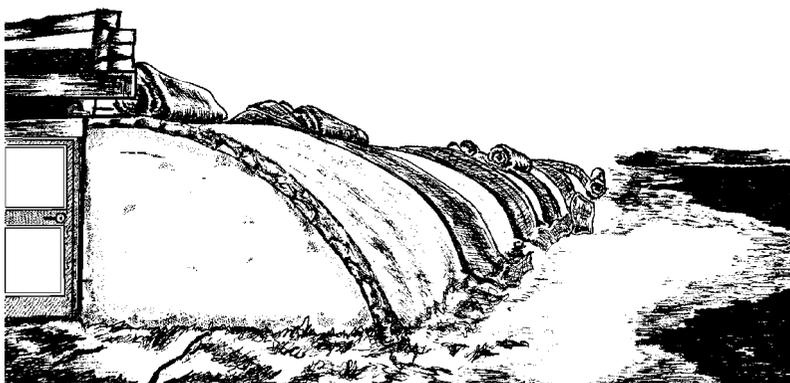


Figura 17: As esteiras colocadas sobre a estufa retêm o calor

➤ **Camada de estrume quente**

Um outro método muito antigo de aquecimento do solo é a utilização de uma camada quente de estrume. Ao se empilhar estrume fresco, rico em palhas e cobrindo-o com uma camada de terra, origina-se uma fermentação microbiana que produz calor. Desta maneira a temperatura da superfície superior do solo aumenta, o que promove o desenvolvimento do raizame e o crescimento da cultura. Para mais liberta-se CO_2 , o que estimula a fotossíntese (ver Glossário para definição). O acrescentamento de palha enriquecida com fertilizante azotado, o qual se humedece, pode acelerar a fermentação. Também se pode utilizar palha em fardos, que devem ser cobertos com uma camada de terra da estufa, de 15-20 cm, depois de se ter assegurado que a palha foi humedecida completamente e embebida com o fertilizante azotado. A temperatura pode elevar-se até 30°C ou até mais, dependendo, evidentemente, da quantidade utilizada por metro.

Aquecimento activo

O aquecimento activo de uma estufa é algo que também tem vindo a ser praticado desde há muito tempo.

➤ **Aquecimento do ar**

Na sua forma mais barata tal é feito colocando-se um ou mais aquecedores na estufa e canalizando os fumos de refugo para cima e para fora da estufa através de uma tubagem gradualmente ascendente (ver Figura 18). Desta maneira pode-se tentar obter um certo grau de distribuição da produção de calor. Na China ainda se utiliza um sistema antigo em estufas compridas onde chaminés ligeiramente inclinadas se encontram ao longo de toda a estufa, transportando fumo quente proveniente de uma fornalha que se encontra na parte da frente, inclinado para a estufa. É evidente que quanto mais afastado se está da fornalha mais baixas são as temperaturas.



Figura 18: Os tubos da fornalha aquecem toda a estufa

As fornalhas mais modernas distribuem o ar aquecido por toda a estufa. Pode-se tratar de pequenos fornos pendurados nos quais se queima combustível limpo (sem enxofre pois o dióxido de enxofre é tóxico para as culturas), por exemplo gás propano, (ver Figura 19).

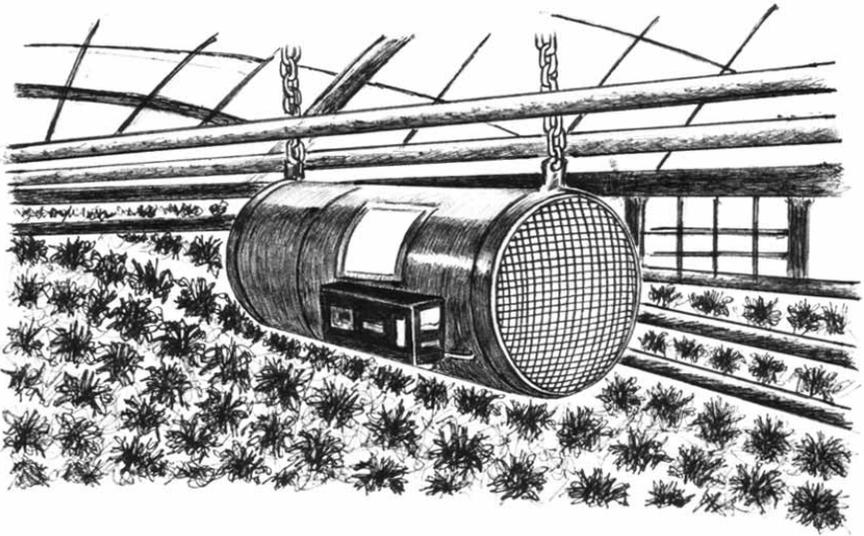


Figura 19: Uma fornalha pendurada numa estufa

Claro que para isso é necessário que haja fornecimento de electricidade. Os fumos de refugo contendo dióxido de carbono (CO_2) que também é útil para o crescimento, permanecem, então, na estufa. Caso a estufa não necessite de ser ventilada, a assimilação pode ser impulsionada por este fornecimento de CO_2 a partir dos fumos de refugo, assim como um fornecimento de CO_2 puro. Os gases tóxicos, incluindo o monóxido de carbono (CO) e o metano (CH_4) são libertados por uma combustão incompleta o que pode ser extremamente prejudicial tanto para os seres humanos, como para as plantas.

Para além destas fornalhas, que estão penduradas, também há as que assentam no chão e que dispersam o ar aquecido na estufa através de uma ventoinha, mas dessa maneira espalham os fumos de refugo para fora da estufa (ver Figura 20), criando-se, assim, o risco de poluição através do ar da estufa. Existe uma vasta gama destas fornalhas no mercado.

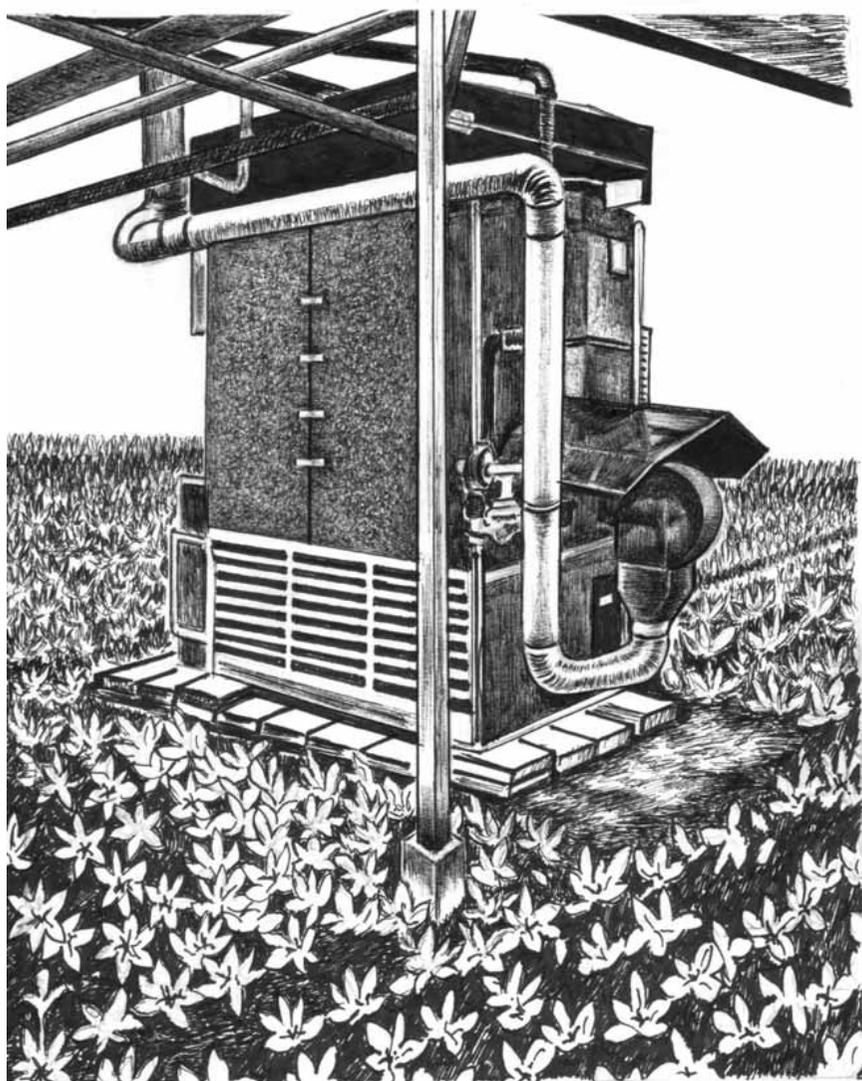


Figura 20: Uma fornalha que assenta no chão

► Aquecimento da água

Um outro princípio que se aplica é o uso de caldeiras para aquecer a água. A água quente será, então, bombeada por toda a estufa através de canos que distribuem uniformemente o calor. O aquecimento através de canos também pode ser usado caso se possa obter água quente a partir de nascentes quentes naturais. Apenas neste caso, a água arrefecida (muita das vezes salgada) tem que ser descarregada de modo seguro ou bombeada de volta para o solo/subsolo (ver Figura 21). Para se saber qual a capacidade de aquecimento que tem que ser instalada, é necessário que se disponha de dados climáticos tanto no interior como fora da estufa, assim como as medidas de construção da estufa.

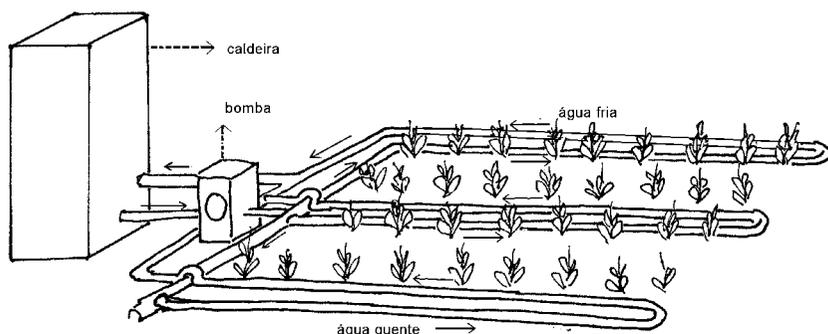


Figura 21: Sistema de aquecimento de água

Arrefecimento

Caso a radiação seja muito intensa e a temperatura exterior também seja demasiado elevada, poder-se-á arrefecer activamente a estufa de modo a se melhorar as condições para o crescimento da cultura. Em alguns casos o arrefecimento pode constituir uma medida suplementar, por exemplo, combinada com a utilização de resguardos ou, por vezes, ventilação. Seguidamente são dados alguns exemplos:

Borrifamento do telhado da estufa.

Estufas bem equipadas por vezes possuem um sistema de aspersão que mantém o telhado da estufa molhado, quando é necessário. A pequena quantidade de água com a qual o telhado da estufa é borrifado segundo intervalos, evapora com o calor do sol e arrefece o ar circundante em alguns graus. A ventilação que é efectuada com este ar, um tanto ou quanto mais frio, assegura um melhor clima dentro da estufa. No entanto, apenas a água da chuva pura é apropriada para este objectivo. A água dos rios ou fontes contém sais em solução que poluirão rápida e gravemente a estufa, à medida que a água se evapora e os poluentes se acumulam no telhado da estufa.

➤ Borrifamento do resguardo

Um sistema de aspersão que borrifa água no resguardo a partir de baixo, também pode causar arrefecimento. Isto é efectuado em regiões excessivamente soalheiras e secas (áridas), onde se cultiva em zonas de sombra (ver Secção 5.1.2).

➤ Resfriamento/Arrefecimento evaporativo através do uso de resfriadores e de ventiladores

Sob condições climáticas *quentes e secas* pode-se conseguir um clima aceitável dentro da estufa utilizando um sistema de arrefecimento de ar de superfície húmida (sistema de resfriador e de ventilador) Tal consiste em colocar os resfriadores evaporativos (feito de placas constituídas por diferentes materiais porosos) numa entrada da estufa de modo a que estes possam estar constantemente húmidos através de um sistema de aspersão.

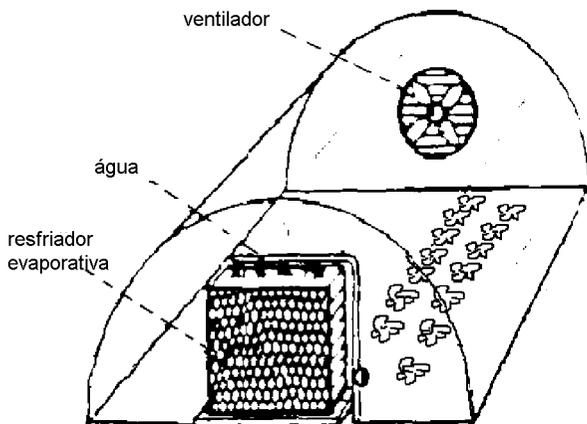


Figura 22: Arrefecimento do ar de superfície húmida – sistema de resfriador evaporativo e de ventilador

Os ventiladores na entrada, na outra extremidade, retiram o ar arrefecido e também húmido das placas porosas, em toda a estufa e para fora desta. À medida em que o ar se espalha em toda a estufa, a luz solar aquece-o, gradualmente, em certa medida. Quanto mais seco estiver o ar, tanto mais eficaz será o arrefecimento, na medida que o ar pode absorver mais água condensada das placas porosas. Está fora de questão, pois, uma “ventilação livre”. (ver Apêndice 1, Quadro 8 Arrefecimento de ar de superfície húmida). Os resfriadores evaporativos podem facilmente ser cheios com fibra de coco que dura várias estações. Também se podem comprar resfriadores evaporativos manufacturados, com uma estrutura de colmeia, que permanece intacta durante vários anos.

➤ **Borrifamento dentro da estufa.**

Em dias quentes ou num clima quente, pode-se, por vezes, fazer o arrefecimento da estufa com uma instalação de aspersão, o que pode produzir resultados satisfatórios. Para isso é absolutamente necessário que se utilize água limpa. Contudo, é necessário proteger com uma instalação de neblina algumas culturas como sejam plântulas/estacas que requerem uma elevada humidade do ar.

Sumário das aplicações dos métodos de controlo das condições climáticas:

Quadro 3: Possibilidades de controlo das condições climáticas em vários tipos de estufas

	ventilação	resguardo	Aquecimento	arrefecimento
Chão coberto de filme plástico e túneis pequenos	+/-	-	-	-
Espaços simples para andar em túneis e estufas	+	+/-	-	-
Estufas com maiores capacidades técnicas	++	+	+/-	+/-

- não se aplica
- +/- sistemas simples
- +
- ++ sistemas avançados

5.3 Integração dos vários elementos do controlo das condições climáticas

Até aqui discutimos quatro maneiras de regular as condições climáticas (atmosféricas) num túnel ou numa estufa, nomeadamente, ventilação, resguardo, aquecimento e arrefecimento. O modo de concretização depende dos requisitos das culturas, das condições climáticas ou atmosféricas e, claro, do tipo de cobertura da cultura e da construção da estufa. Na Secção 6.6 descreve-se alguns equipamentos simples de monitorização.

Filme plástico para cobertura do chão e túneis pequenos

Não é possível regular as condições climáticas apenas através da cobertura dos canteiros, ou mesmo de todo o campo, com filme plástico. O plástico deve ser removido antes que a temperatura debaixo dele se torne demasiado elevada, havendo, portanto, perigo de queimadura. Não obstante, se se utilizar plástico perfurado, o que permite uma certa ventilação, nesse caso pode-se adiar a remoção do plástico. A utili-

zação de filme plástico para cobrir as culturas tem um efeito positivo na humidade do ar. Uma atmosfera mais húmida é favorável às sementes em germinação e às plantas jovens. Além disso limita-se a perda de água o que constitui uma vantagem, especialmente em condições atmosféricas secas.

Os túneis mais pequenos fornecem uma maior oportunidade para ventilação. O filme plástico pode ser levantado ao longo dos lados, por um período mais curto ou mais longo, e pode-se fazer furos no plástico de modo a que se origine uma ventilação melhor e permanente. Deste modo as plantas estarão mais protegidas contra o frio, o vento e a chuva. Quando as culturas crescem e ocupam uma maior área de superfície (por exemplo, no caso dos melões) remove-se toda a cobertura do túnel.

A regulação da temperatura através da colocação de camadas de filme PE apresenta muitas limitações. Ademais tal apenas se pode fazer na Primavera quando as temperaturas do ar passam de frias para suficientemente quentes e, subsequentemente, esta forma de protecção apenas pode ser utilizada em climas temperados e subtropicais.

Construções simples de túneis onde se pode andar e estufas

Quando se trabalha em túneis onde se pode andar e estufas onde se produzem culturas mais altas, existem mais possibilidades de regular as condições climáticas, ainda que, evidentemente, isso dependa da construção e da capacidade técnica da estufa. Em qualquer que seja o caso, é sempre possível obter um certo grau de ventilação em túneis e estufas simples. As condições climáticas na estufa determinam a ocasião e a quantidade de ventilação que se necessita e, para tal, é necessário dispor de dados sobre a temperatura e, de preferência, também sobre a humidade do ar. Para além disso é necessário considerar os requisitos da cultura.

Suponhamos que se cultivam tomates e pimentões doces num túnel com ventilação lateral que pode ser regulada e que também de dispõe

de rega por aspersão. Como é que se regularia o clima dentro da estufa?

Mede-se a temperatura e a humidade do ar com um termómetro de temperaturas máximas e mínimas e com um termómetro de reservatório húmido/seco, respectivamente. O melhor local para guardar estes instrumentos é numa caixa ventilada. Deve-se fazer diversas leituras por dia, durante as quais se deve prestar particular atenção à luz solar e às nuvens. Para se conhecer os efeitos do clima é essencial que estas observações sejam feitas com uma estrita regularidade, por exemplo, anotando as leituras dos termómetros que se encontram no exterior da estufa às 7 horas da manhã, ao meio-dia e às cinco da tarde. Dentro da estufa estas leituras ainda se devem fazer com muito maior frequência. Esta tarefa pode ser bastante facilitada caso se disponha de um termohigrómetro para se fazerem os registos. Desta maneira, apetrechados com os conhecimentos adquiridos de todas estas possibilidades e prestando-se atenção aos requisitos da cultura, está-se apto para regular as condições climáticas/ambientais.

Sempre que haja a ameaça premente de um aumento excessivo de temperatura e de humidade do ar, faz-se ventilação. A humidade do ar também pode diminuir através da ventilação. Nesse caso deve-se proceder ao borrifamento com água, caso seja possível.

Vejam como decorreria um dia na estufa:

- *De manhãzinha, bem cedo - Está uma manhã cheia de sol, a temperatura do ar eleva-se e a cultura começa a transpirar muito, aumentando também, dessa maneira a humidade do ar na estufa. Embora a temperatura do ar aumente, algumas partes das plantas como sejam os frutos e os ramos mais grossos, aquecem mais lentamente enquanto o aumento de humidade pode atingir o ponto de condensação e as outras partes da planta podem ser afectadas pela humidade. A condensação também ocorre mais facilmente na parte de baixo da cultura, fomentando, assim, o desenvolvimento de fungos. É por esta razão que se deve ventilar cerca de 25% mesmo que a temperatura não seja demasiado elevada.*

- *A meio da manhã - Se se tornar mais quente, por exemplo, acima dos 25 °C, então a ventilação deve ser efectuada utilizando-se 50% da capacidade disponível. Caso a temperatura continue a aumentar, por exemplo, para 28-30 °C, então ventile em 100%. (Janelas que se podem abrir em várias posições são perfeitas para uma regulação por etapas). Isto também se aplica às partes que se podem enrolar das paredes laterais e das aberturas que se podem abrir tanto quanto for necessário (ver Secção 4.2 Ventilação).*

- *Durante o dia – nesta altura as condições atmosféricas desempenharão o seu papel fazendo com que a humidade do ar baixe drasticamente enquanto a temperatura aumenta. A seguir, necessita-se de mais ajuda: humidificação do ar da estufa e/ou da cultura de modo a elevar a humidade do ar. Como é que se estabelecem os valores marginais? Quando mais alta for a temperatura tanto mais rápido se atingem os valores marginais. Assim, a uma humidade do ar de 40% e uma temperatura de 25 °C será mais ou menos tão “seco” como a uma humidade do ar de 60% a 30 °. Uma pequena quantidade de água de aspersão, digamos, meio litro por metro quadrado ou até menos, será adequada para humidificar a cultura. Até mesmo apenas manter molhados os caminhos entre as culturas já será suficiente. Será, no entanto, necessário usar o aspersor caso a cultura seja jovem e ainda não tenha coberto todo o solo. A transpiração da planta não contribui em muito quando a humidade do ar aumenta. Mais difícil é controlar a ventilação quando o tempo está, intermitentemente, nublado. Nestas condições atmosféricas a temperatura pode variar em 5 ° dentro de 5 ou 10 minutos. O melhor é manter-se a par das temperaturas exteriores e reduzir a ventilação até um quarto ou metade da sua capacidade.*

- *À tardinha- A ventilação pode, uma vez mais, ser feita por etapas à tardinha e no começo da noite.*

- *À noite – Caso o calor persista, é aconselhável continuar-se com a ventilação.*

Num clima em que as noites permanecem quentes, as portas e janelas devem ser mantidas abertas durante todo o tempo.

O controlo do clima, sempre que é necessário, pode ser feito até nos túneis mais simples. Preste bastante atenção às temperaturas assim como à humidade do ar. Por vezes inicia-se a ventilação muito tarde de manhã porque a temperatura na estufa ainda não é muito alta. Mas a humidade pode aumentar rapidamente, especialmente se a cultura atingiu o seu crescimento máximo, o que leva a que a cultura fique molhada e susceptível a doenças fúngicas. Para além disso, tente evitar causar choque à planta através de mudanças súbitas, repentinas na temperatura e na humidade do ar.

Estufas com uma maior capacidade técnica

Se para além da ventilação também se pode utilizar resguardos e aquecimento nas estufas e túneis, isto significa que se dispõe de meios mais avançados de controlo do clima. Estes meios possibilitarão uma melhor correcção das temperaturas que são demasiado baixas ou demasiado altas. Ao se investir nestes meios também se tem que pensar em equipamento de monitorização mais avançado. No espaço limitado de que dispomos não podemos entrar numa discussão aprofundada sobre este assunto e, por isso, restringimo-nos a alguns comentários para acrescentar ao que já foi dito na Secção 5.2.

O objectivo principal de aquecimento de uma estufa é de se obter a melhor temperatura possível para o crescimento da cultura. Como guião, acompanhar a temperatura óptima diurna e nocturna que se aplica à cultura em questão. Caso se utilize um resguardo/cobertura, nessa altura poderá fechá-lo para se poupar custos de aquecimento quando as noites estão frias e para proteger contra um aumento excessivo de temperatura, quando o sol está mais quente. Quando cobrir as culturas prestar particular atenção para não se obstruir demasiado a ventilação.

Uma subida de temperatura reduz a humidade do ar. Uma humidade do ar, demasiado elevada pode, por isso, ser neutralizada por um pouco de calor e isto evita a ocorrência de infecções fúngicas. Para além disso, procede-se ao aquecimento e ventilação simultaneamente de

modo a diminuir a humidade do ar e estimular a evaporação durante os períodos em que o céu está tapado. Isto conduz a um crescimento mais robusto e equilibrado das culturas.

Caso se disponha de aquecimento assim como uma boa ventilação controlável então vale a pena saber as necessidades da(s) cultura(s). Também é recomendável a troca de experiências com outros agricultores/horticultores. No fim de contas o melhoramento dos padrões de produção e da qualidade é do interesse mútuo de todos os produtores. Desse modo os outros produtores não devem ser encarados como concorrentes mas sim como colegas. Um bom equipamento de monitorização é indispensável. Uma vez que se aprendeu a controlar bem o clima, através da medida (e registo) nessa altura o uso de equipamento mecânico de monitorização estará cada vez mais ao seu alcance.

Quanto mais ajuda se dispõe para influenciar e controlar o clima na estufa, tanto maiores são as exigências colocadas na habilidade/aptidão do produtor. Para além do próprio conhecimento e experiência, é de importância vital a assistência que se pode obter de assessores, troca de ideias com colegas e apoio proveniente da indústria fornecedora. Desta maneira, o investimento feito em estufas e equipamento para as mesmas só tem sentido caso se tenha acesso a assistência adequada (assessoria e serviços), de modo a ser-se capaz de fornecer um produto de elevada qualidade. Tal também se aplica ao cultivo em estufas com arrefecimento de ar de superfície húmida (com um sistema de resfriador evaporativo utilizando placas de materiais porosos e de ventilação).

Os métodos mais modernos e mais dispendiosos de controlo das condições climáticas envolvem sensores acoplados a um computador com registos gráficos. Isto oferece grandes vantagens e também constitui a base do controlo automatizado do clima.

5.4 Reacções da cultura à regulação do clima

Dum modo geral a temperatura e a humidade do ar de uma estufa são mais elevadas no seu interior que no seu exterior. Em particular, uma temperatura mais elevada à noite é melhor para uma cultura que gosta de calor, como o caso da batata doce ou do pepino. Para mais, a planta beneficia de uma humidade do ar ligeiramente mais elevada durante o dia (há mais perda de água por transpiração que no exterior) e, por isso, ha menos *stress* que afecta adversamente o crescimento da planta, tendo como resultados um crescimento mais rápido, folhas maiores e com maior peso e uma melhor formação dos frutos.

A planta arrefece-se a si mesma através da transpiração. Quando a absorção de água pelas raízes é suficiente para a transpiração, a temperatura da cultura será, mais ou menos, a mesma que a do ar que a rodeia. Se a absorção de água pelas raízes não for óptima, a temperatura da planta será, evidentemente, superior ao do seu ambiente, por vezes mesmo entre 5 – 10°C mais elevada. Tal causa danos a algumas partes da planta. Protegendo-se a cultura através de uma cobertura da estufa tal faz com que a cultura seja mais sã: não sofrerá danos provocados pelo vento ou chuva intensa, lavagem dos pesticidas ou lixiviação dos fertilizantes.

6 Abastecimento de água e protecção das culturas

6.1 Introdução

Na medida em que não pode entrar chuva dentro duma estufa fechada, é extremamente importante que as culturas na estufa tenham o seu próprio fornecimento de água. A quantidade de água pode ser ajustada às necessidades da cultura. Para além do mais, as culturas dentro da estufa encontram-se melhor protegidas de influências exteriores. Este capítulo trata do fornecimento de água e da protecção da cultura dentro da estufa.

6.2 Abastecimento de água e fertilização

As plantas não podem beneficiar directamente da chuva quando crescem dentro de uma estufa e, por isso, devem ser fornecidas de água por meios artificiais. Em primeiro lugar é importante saber-se a quantidade de água que uma cultura específica necessita. Depois é necessário ter-se uma ideia da quantidade de água que pode ser fornecida pelo sistema que se está a utilizar. Estes dois aspectos serão seguidamente tratados com uma maior profundidade.

Transpiração e evaporação

Embora as plantas necessitem de água principalmente por causa da transpiração, também utilizam 5 a 10 % da água para o seu crescimento. As plantas transpiram para arrefecerem e para estimularem o transporte dos minerais que são absorvidos pelas raízes. A quantidade de transpiração é predominantemente determinada pelo sol. Outros factores, de menor importância, são a temperatura, a humidade do ar e a velocidade do vento.

A intensidade da luz é muito menor dentro da estufa que fora dela. Aproximadamente dois terços da luz proveniente do exterior penetra na estufa porque o material de cobertura e a sombra dos elementos de

construção restringem a transmissão da luz. No que respeita aos outros factores, a velocidade do vento dentro da estufa é muito inferior à de fora e a temperatura é mais elevada. Por questões de facilidade pode-se ignorar estes dois factores. Então, o nível de transpiração dentro da estufa permanece cerca de dois terços do nível fora dela. A transpiração nem sempre é óptima. Obtém-se 100% de transpiração caso a cultura esteja completamente desenvolvida e o chão inteiramente coberto. Contudo, uma cultura que ainda se encontra em fase de crescimento, nem sempre transpira em todo o seu potencial. Tome-se como exemplo a alface, com um período de crescimento de seis semanas. A planta jovem transpira muito menos que 100%, mas também se verifica perda de água directamente do solo exposto entre as plantas (evaporação). Pode-se estimar a perda de água total (transpiração + evaporação) durante duas semanas em 50%. Caso a alface esteja na metade do seu crescimento, nessa altura o total da perda de água atinge os 75%. Uma transpiração + evaporação completa, de 100% apenas toma lugar durante as duas últimas semanas do crescimento. Pode-se fazer um cálculo similar para outras culturas com um outro padrão de desenvolvimento. A partir dos dados apresentados na Secção 2.3 “a evaporação potencial” pode-se chegar a uma indicação sobre o nível de evaporação nos diversos climas e estações. Deve-se continuar a prestar atenção às condições atmosféricas prevalentes dos últimos dias. Ao se tomar em consideração o desenvolvimento e o período de cultivo da cultura pode-se fazer um bom cálculo sobre as necessidades totais de água da cultura, para toda a sua duração e também as necessidades máximas por dia. Desta maneira pode-se calcular qual a área (da estufa) a ser cultivada ao mesmo tempo/de cada vez, baseada na capacidade da fonte de água e/ou capacidade de armazenagem da água.

Lixiviação

Existe uma outra razão pela qual é necessário água para se regar. É necessário lixiviar-se o solo após se ter efectuado a colheita de cada cultura. Durante o cultivo, os sais nutrientes são absorvidos pelas raízes das plantas, a partir do solo e os sais “lastro”, tais como sejam o sódio, cloreto de sódio (NaCl) e sulfatos permanecem no solo.

Quadro 4: Tolerância relativa da cultura a sais na zona radicular, em solo aberto

Tolerância elevada CE x 10.000 = 12	Tolerância moderada CE x 10.000 = 10	Tolerância baixa CE x 10.000 = 4
Beterraba Espargos Espinafre	Tomates Brócolos Couve Pimentão doce Couve flor Milho Batatas Cenouras Cebolas Ervilhas Abóbora Pepino	Rabanete Aipo Feijões
CE x 10.000 = 10	CE x 10.000 = 4	CE x 10.000 = 3

(Fonte: Saline and Alkaline Soils. USDA Agricultural Handbook No 60. pp 67, 1954)

Taxas de tolerância elevada: CE = 12 - 10

Taxas de tolerância moderada: CE = 10 - 4

Taxas de tolerância baixa: CE = 4 - 3

Quando a água do solo se evapora, estes sais lastro acumulam-se na camada superficial do solo, onde precisamente se encontra a maioria das raízes. Caso estes sais não sejam removidos por lixiviação, então a absorção de água pela planta cada vez se tornará mais difícil porque o solo tornar-se-á, gradualmente, salgado. Este é um problema muito antigo em muitas áreas irrigadas em climas secos e quentes e que certamente se aplica às culturas de estufas. É necessária uma quantidade substancial de água (200-300 mm, o que equivale a 200-300 litros por metro quadrado) a ser obtida através de lixiviação. Lixiviação também implica assegurar-se que a água que contém os sais é, efectivamente, arrastada, o que significa que um sistema de irrigação se torna essen-

cial, a menos que o solo que se encontra por debaixo das raízes seja um solo arenoso, grosso, através do qual não se verifica qualquer elevação capilar significativa.

O sistema de irrigação também deve compreender a capacidade e a fonte de água e a capacidade de armazenagem para poder fazer frente à limpeza do solo da estufa. Na medida em que a cultura da estufa necessitará de uma grande quantidade de água de irrigação, seria muito sensato se se pudesse assegurar que não se desperdiça a água da chuva que cai sobre a estufa. Seria muito valioso recolher esta água da chuva que cai sobre o telhado da estufa, através de calhas e armazená-la numa bacia colocada adjacente.

Pode-se utilizar filme plástico para delinear bacias para colectarem a água. Em muitos países os produtores utilizam ao máximo a água da chuva por eles armazenada em bacias. No fim de contas, a água da chuva é de boa qualidade e essa característica da água, a sua qualidade, é de primordial importância. Os produtores beneficiam do uso de água com uma concentração baixa de sais em solução, pois nessa altura necessitam de menos água para lixiviação.

A concentração de sais é expressa por CE (condutividade eléctrica) e pode ser medida através de um simples medidor de CE. Uma CE elevada indica um teor elevado de sais, sendo a qualidade da água de importância crucial porque as culturas reagem até mesmo à mais insignificante concentração de sais, o que causa uma diminuição da produtividade. O Quadro 4 mostra a tolerância de várias culturas aos sais na zona radicular.

O conhecimento da acidez da água, expressa como pH da água, também se reveste de muita importância. Caso o pH seja inferior a 7, nesse caso a água é ácida; se for superior a 7, a água é alcalina (pH 7 = neutro). As plantas reagem melhor à água que tem um pH que se situa entre 6 e 7. O pH pode ser medido através de um medidor de pH.

6.3 Métodos de abastecimento de água à cultura

Os métodos segundo os dos quais as culturas nos campos abertos são abastecidas com água também se aplicam às culturas de estufas. É necessário um método de irrigação que seja fidedigno e que funciona com bastante regularidade. Seguidamente apresentamos algumas possibilidades:

- O método de longe mais simples é deitar água em canais ou em campos planos (sem irregularidade) que são circundados por pequenos diques. Assegurar-se que a distribuição da água se procede de maneira uniforme.
- Para culturas que se produzem em linhas pode-se usar tubos de mangueira de filme plástico PE negro que tem pequenos furinhos de cerca de 2 milímetros. O solo tem que ser plano ou com uma pequena inclinação em direcção à extremidade do tubo. O comprimento da mangueira pode ser de 20 a 30 metros. A pressão da água tem que ser cerca de 0.2 ato (2m)
- A aspersão utilizando mangueiras permanentes constitui um método muito usado em estufas. As mangueiras podem ser colocadas por debaixo das culturas, o que é uma boa ideia em climas com uma elevada humidade do ar. Desse modo, as plantas não ficarão molhadas e daí uma menor probabilidade de infecção fúngica. Também se podem irrigar as culturas em linhas e deixar secos os caminhos para andar por entre elas. No entanto, na maioria dos casos as mangueiras são colocadas por cima das culturas. Para que as plantas não permaneçam molhadas durante a noite, a irrigação deverá ser feita de manhã. O sistema de aspersão também pode ser usado para humidificar a cultura, quando o tempo está ensolarado e muito seco, tendo, pois, um efeito de arrefecimento, aumentando a humidade relativa e reduzindo a transpiração.

- A irrigação gota a gota está cada vez a ser mais popular no cultivo em estufas. Neste caso, as plantas recebem água individualmente. O solo tem que ser plano e a água limpa visto que os pequenos orifícios para as gotinhas não podem ficar obstruídos. É desejável que o sistema possua um bom filtro no lugar aonde a água entra nele. Muitos sistemas de irrigação gota a gota trabalham com uma baixa pressão de água de 1 ou 2 metros de coluna de água, por exemplo. Tal pode ser obtido de modo muito barato usando-se um flutuador de autoclismo no início das mangueiras/tubos principais. Normalmente, aplica-se uma solução de fertilizante na dosagem correcta (fertirrigação), quando se utiliza irrigação gota a gota. Ao contrário dos sistemas de aspersão e de rega, pode-se poupar entre 30-70% de água usando irrigação gota a gota, especialmente se se trata de um clima muito seco. Controlar a capacidade das unidades aspersoras, depois de ter instalado o sistema de irrigação.

Controlar se a saída de água é a mesma em ambas as extremidades da mangueira, caso tal não se verificar, tentar ajustá-la, escolhendo-se outras aberturas de borrifamento. Verificar, regularmente, o sistema para ver se existem obstruções.

O abastecimento de água às culturas da estufa necessita de muita atenção. O produtor pode otimizar ele mesmo este abastecimento de água. É necessário estabelecer o momento em que fazê-lo e a quantidade de água que é necessária para ajustar-se às condições atmosféricas e ao desenvolvimento da cultura. Determinar, de antemão, a capacidade do sistema de rega e controlar regularmente se existem defeitos. Verificar, de vez em quando, se toda a zona radicular se encontra húmida, depois de se ter irrigado, com a ajuda de uma sonda do solo.

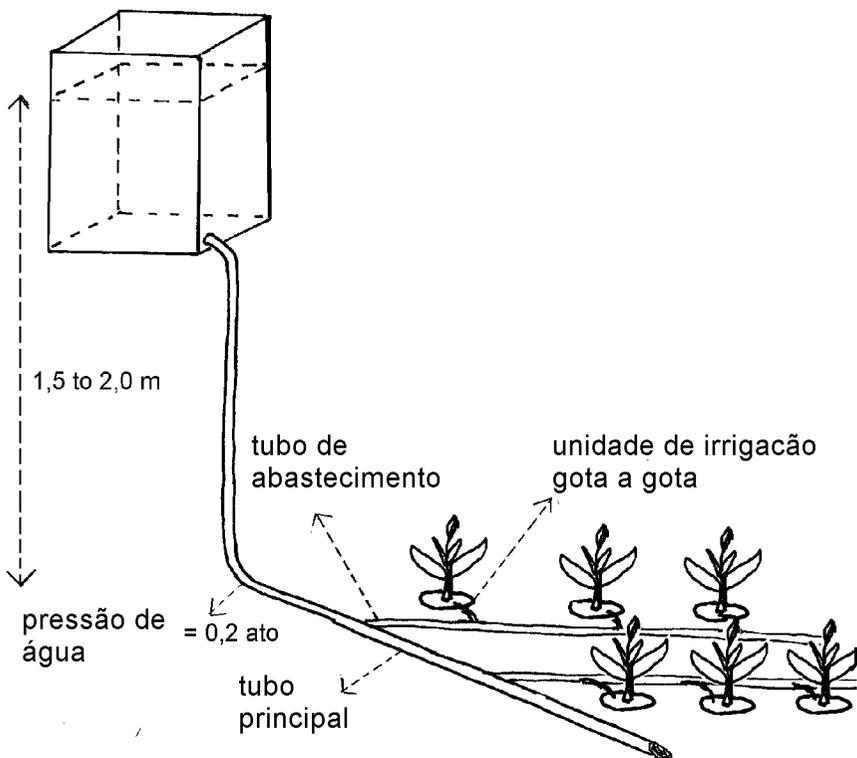


Figura 23: Sistema de irrigação gota a gota (esquemático)

6.4 Controlo de doenças

Mais uma vez achamos que é digno de menção o facto que para se obter culturas de alta qualidade na estufa é necessário prestar muita atenção à qualidade do material que é utilizado. A prevenção de doenças merece, particularmente, que se dedique uma atenção especial. Por esta razão recomenda-se que se desinfecte o calçado à entrada da estufa, portanto é útil colocar uma bacia no chão contendo um tapete embebido num desinfectante líquido.

Para além disso, caso as culturas na estufa estejam plantadas em linhas no sentido longitudinal, o trabalho em relação ao controlo de doenças pode ser executado muito mais facilmente. O equipamento de pulverização pode ser transportado numa vagoneta, enquanto a pulverização é efectuada à medida que o mesmo é puxado ao longo do carreiro entre as culturas.

Os canos de aquecimento que se encontram na estufa podem servir de carris (ver também Figura 21). Pode-se controlar doenças e pragas usando agentes biológicos que são de longe muito mais eficazes dentro de um espaço fechado, como é o caso das estufas, que em campos abertos. Pode-se introduzir parasitas de insectos prejudiciais ou fungos parasíticos para combater fungos daninhos das plantas (controlo biológico). Por esta razão as culturas de estufa podem ser consideradas como sendo mais favoráveis para o meio ambiente do que as culturas ao ar livre/de campo.

Para finalizar, também se pode utilizar gases insecticidas para proteger a cultura na estufa, caso se possa fechar bem a estufa e o tempo esteja sereno. Deve-se tomar precauções adicionais no que respeita a riscos e perigos que possam causar aos seres humanos e animais!

Aquando da propagação de plantas jovens, é extremamente importante estar-se consciente de infecções causadas por portadores de doenças

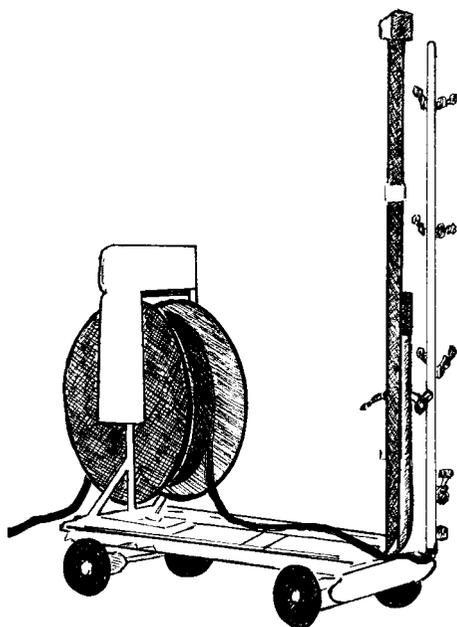


Figura 24: Vagoneta para transporte de equipamento de pulverização. Fonte: Royal Brinkman NL

(vírus), como sejam os afídeos. Uma boa solução consiste em proteger as áreas de viveiro com redes mosquiteiras, havendo no mercado uma vasta gama de tipos de redes para tal objectivo.

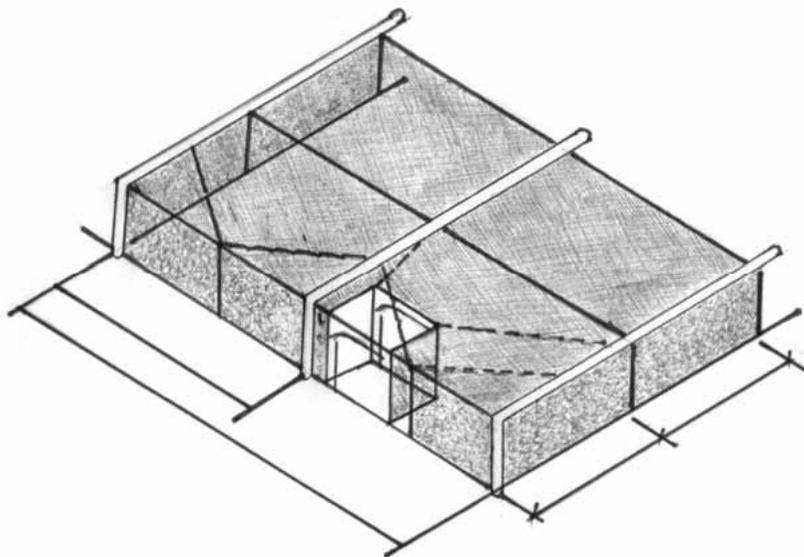


Figura 25: Culturas de viveiro numa pequena estufa à prova de insectos com uma comporta de entrada (Rovero)

6.5 Espaços para armazenamento e preservação

É necessário espaço para uma armazenagem segura dos materiais. Os agentes de protecção da planta, em particular, necessitam de ser guardados em separado, de modo que não causem nenhum acidente, caindo em mãos erradas. Os fertilizantes e solo de transplantação também têm que ser bem protegidos contra a chuva e a lixiviação. As alfaías e maquinaria agrícola necessitam, igualmente, de ser bem protegidas.

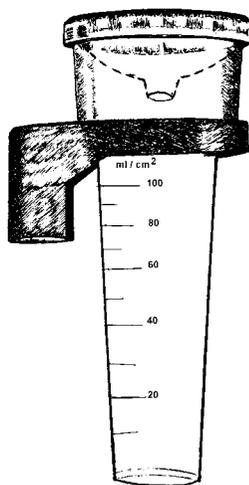
De modo a se manter a qualidade dos produtos que foram colhidos é preciso estar-se seguro que os mesmos se encontram protegidos contra o sol e o vento de modo a não se desidratarem. A maneira mais sim-

ples para evitar que tal aconteça é num espaço onde se possa aplicar um arrefecimento de ar de superfície húmida (sistema de ventilador e resfriador evaporativo. Ver, também, a Secção 5.2 sobre arrefecimento). Para quem tem possibilidades de dispor de um tal sistema, também existem câmaras frigoríficas para tal efeito. A preservação da qualidade do produto pode ser automaticamente traduzida num melhor preço, constituindo esse o objectivo quando se incorreu nas despesas necessárias.

6.6 Instrumentos e ferramentas necessários

Instrumento de meteorologia (chuva):

- Um pluviómetro padrão para medições diárias é composto por uma parte superior composta por um anel de limitação e uma parte inferior composta por um recipiente de recolha e uma vasilha de medida que pode conter até 10 mm de precipitação.



Instrumentos de meteorologia (temperatura e humidade do ar):

- Os termómetros são utilizados na medição da temperatura. Contudo, um termómetro para medir as temperaturas máximas e mínimas (ver Figura 27) é muito útil para se poder ter mais conhecimento sobre a variação da temperatura no decorrer de um dia inteiro, podendo-se, pois, ler as temperaturas máximas e mínimas que se registaram no período precedente e ajustá-las de novo para zero.
- A humidade do ar pode ser medida através de um termómetro com um reservatório (ampola) húmido-seco. Este instrumento consiste em dois termómetros, um dos quais tem um saco molhado/húmido

Figura 26: Instrumento de medição do nível da chuva - pluviómetro

que envolve o reservatório do termómetro. Este deve ser mantido húmido, diariamente, com água limpa. O reservatório molhado é arrefecido pela evaporação proporcional ao abaixamento da humidade do ar. A leitura da humidade do ar (HA) pode ser feita utilizando-se para tal uma tabela.

- Um instrumento muito útil, mas um pouco caro, é o termo-higrómetro, que regista continuamente a temperatura e humidade do ar de uma semana inteira num gráfico especial de linhas. Este aparelho tem que ser calibrado regularmente (anualmente) para que se possam obter leituras acuradas.
- O equipamento de medida deve ser colocado de maneira a se evitar a luz solar directa sobre ele. A melhor solução é colocá-lo numa caixa ventilável, ou seja uma caixa com ripas/tabuinhas laterais que se inclinam de maneira a que o sol não possa atingir o seu interior e deve ser colocada a uma altura de cerca de 1,50 metro a partir do chão.

Instrumentos para análise da qualidade do solo :

- Sonda de solo Deelman. É um instrumento que consiste numa peça única de 7 centímetros de diâmetro. É utilizada para se obter amostras de solo até à profundidade de um metro. Também se utiliza para medir a profundidade da água superficial, que pode influenciar o raizame das plantas. Existem vários tipos de acordo com os diferentes tipos de solo.
- Perfurador manual para amostras de solo. É um instrumento útil para recolher amostras de solo até uma profundidade de meio metro.

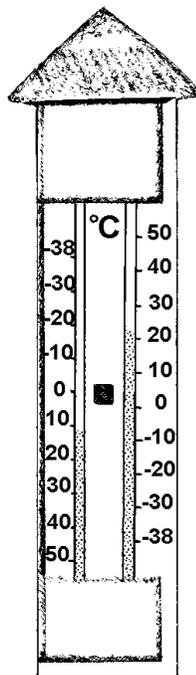


Figura 27: Termómetros com temperaturas máximas e mínimas

Medição da humidade do ar:

- Termo-higrómetro: abastecido com um sensor bimetálico de temperatura e um determinador de capilaridade como sensor de humidade. A amplitude de medição vai de 0 – 100 % para a humidade relativa e a amplitude de temperatura padrão é de 20 a + 40 ° Celsius. Este instrumento regista continuamente a temperatura e a humidade de toda uma semana num gráfico especial de linhas. Para se assegurar que a leitura é acurada tem que ser controlado regularmente.

Instrumentos topográficos:

- Nível manual. Instrumento simples para uma determinação rápida dos ângulos de elevação e depressão. Particularmente adequado para levantamentos topográficos preliminares do gradiente de seccionamento transversal e para a determinação da inclinação.

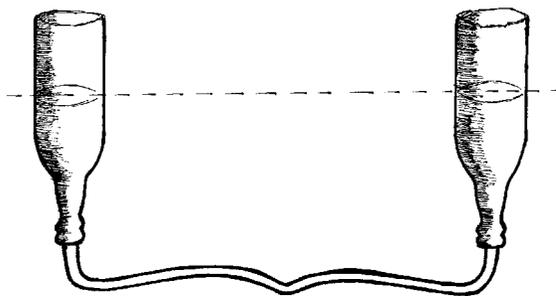


Figura 29: Nível manual feito de duas garrafas de plástico sem fundo

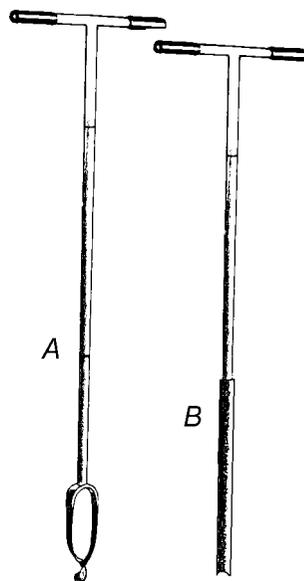


Figura 28: Sonda do solo Deelman (A) furo de sonda/perfurador manual para amostra de solo para 0,5 metros de profundidade (B)

Equipamento para diagnósticos agrícolas

- Medidor digital de pH para medir o teor de acidez da água ou de um extrato de solo. De uma forma geral as culturas desenvolvem-se melhor num ambiente em que os valores de pH variam entre 6 e 7. A amplitude de medidas varia entre 0 e 14.
- Um medidor digital de CE e eléctrodo equivalente para medir o grau de humidade de sais nocivos numa solução de solo ou na água da irrigação. Este instrumento mede rapidamente e com precisão concentrações de sal. Existem três amplitudes de : 0,1 a 1,0; 1,0 a 10,0; 10,0 a 20,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro Siemens per cm).

7 **Seleccção, cuidados, mão-de-obra e rendimento da cultura**

7.1 **Introdução**

Este capítulo apresenta orientações gerais no que concerne à escolha das culturas que podem ser produzidas nos diferentes tipos de estufas e debaixo de filmes plásticos. Também se debruça sobre os aspectos mais importantes que se relacionam com a produção das várias culturas. Parte-se do princípio que alguém que decidiu dedicar-se ao cultivo em estufa já dispõe de muita experiência na área de horticultura. Por vezes aparecem novas culturas no mercado graças a sua produção em estufas.

7.2 **Culturas para diferentes tipos de estufas**

Mais adiante são apresentados exemplos de culturas apropriadas para serem produzidas nos tipos de estufas descritos no capítulo 3. Também é necessário fazer-se uma distinção entre culturas de pequeno porte e de grande porte, pois as últimas necessitarão sempre de mais espaço.

Culturas que se produzem debaixo de plástico

Apenas as culturas de pequeno porte podem ser produzidas pura e simplesmente, debaixo de folhas de plástico. Por exemplo: alface e morangos que são mantidos cobertos em áreas que são frias à noite, durante o tempo necessário durante a estação fria.

A seguir vêm os espargos. O plástico retém o calor e o arrefecimento é abrandado, o que encoraja a germinação dos rebentos. O plástico preto e branco utiliza-se normalmente para possibilitar um amadurecimento contínuo dos rebentos que estão em condições de serem colhidos, como sejam os espargos brancos. Durante o período em que se colhem os espargos, remove-se o plástico. Depois de se terem apanhado todos os rebentos, os caules podem desenvolver-se mais livremente de modo a se criarem, através da fotossíntese, suficientes reservas nos seus sis-

temas radiculares, a partir dos quais se pode desenvolver uma planta robusta.

Culturas em construções e túneis baixos

Exemplos: alface, nabo, rabanete, beterraba, couve chinesa e *paksoi*. Dentro de pouco tempo todas estas culturas usufruirão de muito lugar. Graças ao espaço entre o solo e o plástico nestas construções também se pode produzir aqui plantas mais altas como sejam morangos, variedades de tomate de ciclo curto, pimentões doces, beringelas e piri-piri. A escolha da cultura depende, apenas, da altura óptima da planta.

Culturas adequadas para túneis, estufas com construções de túneis duplos ou de vários túneis acoplados e estufas altas

Os túneis e as estufas de arco duplo e múltiplo tratam-se de construções com uma altura suficiente para nelas se ser capaz de produzir toda uma gama de hortícolas. Também as várias espécies de flores dos planaltos de África e América do Sul são produzidas neste tipo de estufas.

As estufas altas têm a vantagem de apresentarem uma distribuição favorável do calor na medida em que dispõem de um amplo espaço no seu interior para se dar uma boa circulação do ar. Todo o tipo de controlo do clima se procede muito mais facilmente neste tipo de construção. Estas estufas são utilizadas para culturas altas como sejam tomates, beringelas e pepinos. Estas plantas podem atingir, facilmente, uma altura superior a dois metros e são apoiadas com a utilização de corda nos arames horizontais suspensos. Os arames encontram-se fixados à construção da estufa.

Culturas adequadas para zonas sombreadas

A protecção de culturas utilizando zonas/galerias sombreadas tem lugar, predominantemente, em regiões com muito sol e onde se produzem culturas que necessitam de sombra. Em regiões (semi)áridas estas estufas são utilizadas para nelas se produzirem flores, entre outras. Nas áreas tropicais são apropriadas para nelas se cultivarem orquídeas.

7.3 Cuidados a ter com as culturas

Nesta secção apresentamos, esquematicamente, alguns aspectos dos cuidados a ter com as plantas. Este Agrodok visa, acima de tudo, providenciar informação sobre vários tipos de estufas e sobre tudo o que se necessita para se produzir nessas estufas.

Sementes, sementeira e transplantação

Reveste-se de crucial importância o facto que os produtores em estufas – que já investiram em tudo que necessitavam – também utilizem a melhor qualidade de semente que pode ser obtida no mercado. Produtores agrícolas respeitados que se dedicam ao melhoramento de plantas têm um interesse manifesto na produção de semente que apresenta uma qualidade uniforme e tem uma capacidade superior de germinação. Esta semente, muitas das vezes é produzida de tal maneira que é resistente a certas doenças e pragas e diz respeito, normalmente, a sementes híbridas que não podem ser reproduzidas pelo produtor.

O produtor em estufas colocará a semente em tabuleiros de sementes e, após se efectuar a necessária selecção no viveiro, esta será transplantada em vasos individuais nos quais as plantas crescerão até serem transplantadas para o espaço em que irão crescer até à sua colheita. É essencial que todas estas operações sejam executadas com um cuidado extremo, visto que o êxito da cultura se encontra muito dependente disso. Por esta razão, o solo em que as plantas são cultivadas não deverá conter agentes patogénicos e deve ser desinfectado, sempre que necessário. Também se deve tomar muito cuidado para que as plantas não estejam infestadas com afídeos. Daí que seja muito importante certificar-se que as aberturas para ventilação do viveiro se encontrem equipadas com rede mosquiteira. Qualquer planta afectada deve ser imediatamente removida.

Preparação do solo

Quando se cultivar o solo ter sempre em mente que as plantas necessitam de um solo bem arejado para facilitar a drenagem. Deve-se evitar a todo o custo o encharcamento. As plantas desenvolvem-se melhor num ambiente radicular constituído por um terço de solo, um terço de

ar e um terço de água. A preparação do solo não deve constituir um problema para um produtor com experiência.

Fertilização

Aquando da preparação do solo é aconselhável trabalhar imediatamente com fertilizante, quer seja de origem orgânica, quer inorgânica.

O *fertilizante orgânico* é de boa qualidade caso contenha material bem decomposto, em que as bactérias têm, desse modo, pouca possibilidade de fixação de azoto, libertando, assim, o azoto para uso da planta. O *fertilizante inorgânico* pode ser aplicado simples ou misturado. Também há *fertilizantes líquidos* no mercado que podem ser misturados facilmente com a água de irrigação (fertirrigação).

Existem três elementos primários importantes, a saber, azoto (nitrogênio) (N), fósforo (P) e potássio (K).

- Muitos fertilizantes também contêm uma adição de magnésio (Mg).
- Os elementos secundários, como sejam o sulfato (SO₄) e o cálcio (Ca) também se encontram presentes em fertilizantes químicos como o boro (B), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn) e molibdênio (Mo).

Os elementos acima mencionados encontram-se indicados na embalagem segundo percentagens de peso. Por exemplo: 20-10-15-4 indica que os fertilizante contem 20% de azoto, 10% de fósforo, 15% de potássio e 4% de magnésio. O peso restante é composto de substâncias tampão que incluem cálcio e sulfato. A maioria dos fertilizantes pode-se obter na forma de granulados. A vantagem de percentagens mais elevadas reside nos custos de transporte que são mais baixos.

Os fertilizantes químicos, normalmente contêm muito sulfato e, por vezes, também cloro (Cl). Este último elemento pode-se rapidamente acumular nos solos das estufas atingindo-se um elevado nível de retardamento do crescimento, que é prejudicial para as plantas. Esta a razão pela qual se deve colocar muitas exigências no que se refere aos fertilizantes a ser utilizados nas estufas (devem ser de muito boa qua-

lidade), utilizando-se a chamada qualidade hortícola. Este é um assunto delicado no que se trata de culturas sensíveis a sais cultivadas em substratos e no caso de plantas em vasos.

A quantidade de fertilizante a ser utilizada depende, em grande medida, da fertilidade do solo. No início do período de crescimento utiliza-se pouca quantidade de fertilizante químico. As culturas de fruto como o tomate têm que ter um pouco mais de potássio quando têm por volta de três semanas e até à primeira produção, para manter a firmeza dos frutos. Mais tarde, dá-se-lhes uma quantidade adicional de azoto quando as plantas estão carregadas com frutos pesados, sendo o crescimento vegetativo retardado desta forma.

Não é possível aqui fornecer recomendações/conselhos claros e não ambíguos. Sugerimos que procure conselhos nos laboratórios de ensaios, quer na região, quer no estrangeiro (ver Apêndice onde é apresentada uma lista de institutos de assessoria). Estas instituições podem efectuar análises do solo e da água e, com base nessas análises, fornecer conselhos sobre a utilização apropriada de fertilizantes.

Transplantação para canteiros ao ar livre

A transplantação de plantas com o objectivo de cultivo ao ar livre efectua-se em covalhos já preparados para a plantação. A plantação em si não constituirá um problema para o produtor com experiência. Cada cultura tem os seus próprios critérios, mas não trataremos deste aspecto aqui, pois ultrapassa o âmbito desta publicação.

Controlo diário

O controlo do clima da estufa necessita de atenção diária. Este assunto já foi tratado extensamente em capítulos prévios. O abastecimento de água às culturas também se encontra, em grande medida, dependente das mudanças climáticas e a quantidade de água de irrigação também depende do estágio de desenvolvimento da cultura. Como regra, não se deve regar/borrifar muito tarde para evitar que as plantas permaneçam molhadas durante a noite.

É extremamente importante controlar as culturas regularmente para prevenir que doenças e pragas as afectem. Desde que os danos sejam locais, o controlo das doenças pode-se restringir apenas aos focos de infecção pois tal limita os custos, trabalho e impacto sobre o meio ambiente. A toxicidade dos agentes usados pode causar problemas de saúde ao trabalhador. Deve-se estar ciente disto e utilizar roupa e equipamento de protecção.

Produção agrícola: suporte das culturas e controlo das ervas daninhas

Tanto as culturas de baixo porte como as altas necessitam de ser bem cuidadas. É necessário fazer-se o controlo das ervas daninhas para se evitar, tanto quanto possível, a concorrência pelas raízes e pela luz. As plantas mais altas, como sejam as beringelas, melões e pepinos devem ser bem suportadas por meio de cordas ou cordéis.

Devem-se, também, retirar as folhas velhas existentes nessas plantas, cortando-as rente ao caule. As folhas verdes devem-se deixar nas plantas, principalmente nas fases mais precoces de desenvolvimento. Uma menor quantidade de folhas significa uma menor fotossíntese. Quando há mais espaço entre as plantas, as folhas permanecem durante mais tempo verdes e também podem ser deixadas durante mais tempo na planta.

Quando se cultiva tomates não esquecer de retirar os rebentos (florescência axilares), o que é preciso ser efectuado todas as semanas durante a delicada fase de crescimento. Tal é feito ao mesmo tempo em que as partes de cima da planta se enrolam em volta dos suportes. Os rebentos laterais que são demasiado grandes devem ser cortados com uma faca afiada.

Colheita, qualidade e selecção, empacotamento e transporte

A colheita tem que ser feita com cuidado e atenção para assegurar que a qualidade seja, tanto quanto possível, salvaguardada. Um produto limpo e uniforme de boa qualidade será recompensado com um preço mais alto. Não deixar que o produto colhido fique ao sol durante mui-

to tempo e guardá-lo num lugar frio, caso possível, por exemplo, num armazém. O trabalho da colheita das culturas produzidas em linhas pode ser aligeirado com a utilização de vagonetas, como as utilizadas no caso do equipamento de pulverização (ver figura 24), para suportar um recipiente.

O empacotamento ajuda a salvaguardar a qualidade do produto. Claro que se necessitam de recipientes especiais, caixas de cartão ou de plástico, particularmente para os produtos que têm que ser transportados para grandes distâncias. Não se deve deixar que o transporte afecte a qualidade dos produtos.

7.4 Intensidade de trabalho

É necessário ter em conta que o cultivo de hortícolas é um empreendimento que exige muito trabalho, que pode requerer 800 dias de trabalho (mão-de-obra) por hectare, por cultura numa campanha agrícola, e isto não constitui um exagero. Há algumas culturas que ainda exigem mais trabalho, dependendo de por quanto tempo permanecem na estufa. Os dados anuais são mais elevados em algumas explorações agrícolas que produzem mais de uma cultura por ano. A seguir é dado um quadro geral dos passos necessários para a produção da cultura.

No viveiro:

- Preparação dos canteiros
- Sementeira
- Preparação do solo para os vasos
- Transplantação para vasos/recipientes de papel ou outros tipos de recipientes
- Mudança para tabuleiros/canteiros do viveiro
- Manutenção e controlo da sanidade
- Controlo de doenças/pragas

Nas estufas:

- Preparação do solo
- Fertilização

- Nivelamento
- Plantação das mudas
- Irrigação, e fertilização de cobertura
- Manutenção e cuidado da cultura
- Controlo de doença se pragas
- Colheita, selecção, empacotamento e transporte

As diferenças em intensidade de trabalho entre as culturas podem ser muito acentuadas. A dimensão do empreendimento determina se a força de trabalho familiar pode arcar com todo o trabalho. É frequente que durante os picos de trabalho seja necessário mão de obra adicional proveniente do exterior. Ao se empreender um grande projecto tem que se tomar em consideração a necessidade de trabalho adicional, logo desde o início. O produtor da estufa tem que utilizar os orçamentos existentes para este objectivo, nessa região, para a cultura em questão.

7.5 Movimento financeiro

A exploração de estufas, edifícios e maquinaria também implica que se tenha que tomar em consideração que os lucros líquidos também devem cobrir todos os débitos, juros sobre crédito de capital, custos de mão de obra, custos dos requisitos de produção e aluguer e arrendamento. Por isso é óbvio que se deve começar com estufas pequenas e que necessitam de poucos investimentos e escolher culturas com um alto valor de mercado e um bom rendimento. É extremamente importante que a contabilidade mostre claramente os débitos fixos e que se ponha de parte dinheiro suficiente para cobrir os débitos necessários. Depois de se ter feito isso, e de se proceder a todas as amortizações, haverá suficiente capital disponível para novos investimentos.

Sempre que os produtores decidam investir em melhoramentos dos seus sistemas de produção, também é preciso ter-se a certeza que os seus rendimentos aumentarão de forma proporcional. É necessário fazer com que o investimento também signifique melhoramento do valor de mercado dos produtos.

A regra número um é que o produtor em estufas comece em pequena escala, ganhe experiência e, só então, considere expandir o empreendimento e investir mais.

Esta é a linha que tem vindo a ser seguida ao longo da história de produção em estufas. A experiência tem provado que uma pequena empresa pode-se tornar numa grande empresa. Infelizmente também existem casos de explorações que começaram como demasiado grandes e rapidamente entraram em bancarrota devido a noções erróneas de rendimentos e de custos. E, na medida que o cultivo em estufas significa sempre incorrer em custos adicionais, o produtor de estufa também necessita sempre de considerar, de antemão, cuidadosa e atentamente, todos os prós e os contras.

Anexo: Quadros sobre dados climáticos

Quadro 5: Precipitação média mensal, em milímetros em várias estações meteorológicas, em diversos pontos do globo

Mês	Aeroporto Lod Israel	Quito Equador	Nova Deli Índia	Nairobi Quênia	Chiang-may Tailân-dia	Bandung Indoné-sia
Jan.	144	114	22	88	8	137
Fev.	113	127	19	70	7	180
Mar.	65	150	13	96	16	248
Abr.	21	171	7	155	45	225
Mai	4	122	13	189	146	160
Jun.	0	47	67	29	137	59
Jul.	0	20	202	17	169	30
Ag.	0	23	197	20	222	25
Set.	0	77	123	34	270	78
Out.	26	125	18	64	143	174
Nov.	69	108	2	189	40	222
Dez.	162	101	9	115	14	203
Total	604	1185	692	1066	1217	1741

(Fonte: FAO, 1992 AMDASS, Sistema de Dados Agro-Meteorológicos. FAT base de dados agroclimáticos da FAO, Roma)

Os dados sobre a precipitação, tanto nas estações secas como nas estações de chuva, das seis estações meteorológicas apresentadas no quadro de cima, evidenciam valores amplamente divergentes. O Aeroporto Lod apresenta quatro meses de clima absolutamente seco, com pouca chuva durante todo o resto do ano. Nesse caso torna-se extremamente importante que se poupe água. Em Nova Deli tem-se uma situação comparável. Em Chiangmay e Bandung, ao contrário, é necessário ter-se uma maior preocupação sobre uma quantidade excessiva de água. A precipitação varia de ano para ano. Os picos, quer sejam para cima ou para baixo, podem acarretar problemas. É por esta razão que se deve prestar muita atenção à drenagem da água em excesso em anos com muita pluviosidade. E, durante anos extremamente secos, é

essencial proceder-se à armazenagem de água para irrigação. Os dados de anos extremos em Chiangmay servem como ilustração (Quadro 6).

Quadro 6: Precipitação extrema máxima, média e extrema mínima em milímetros, em Chiangmay

Jan	Fev	Marco	Abril	Maio	Junho	Julho	Ag	Set	Out	Nov	Dez	Total
95	88	84	139	441	347	405	526	592	345	160	85	3407
8	7	16	45	146	137	169	222	270	143	40	14	1217
0	0	0	2	7	32	54	75	36	7	0	0	231

(Fonte: Atlas das NU da bacia inferior do Mekong, 1968)

O quadro acima apresentado mostra os extremos em anos com elevada precipitação. Durante anos em que a precipitação é extrema é preciso prestar mais atenção à drenagem da água em excesso. Nos anos extremamente secos é essencial proceder-se à armazenagem da água de irrigação.

Quadro 7: Temperaturas médias máximas e mínimas em °C em alguns locais

Locais	Aeroporto Lod		Quito		Nova Deli		Nairobi		Bandung	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Jan	18	8	22	8	21	7	25	11	29	17
Fev	19	7	22	8	24	10	26	11	29	17
Mar	20	8	22	8	30	15	26	13	30	17
Abr	24	10	21	8	36	21	24	14	30	17
Maio	29	14	21	8	41	27	23	13	30	16
Jun	30	17	22	7	40	29	22	11	30	15
Jul	32	19	22	7	35	27	21	9	29	14
Ag	32	20	23	7	34	26	22	10	30	14
Set	31	19	23	7	34	25	24	10	30	15
Out	29	16	22	8	33	19	25	12	31	16
Nov	26	13	22	7	29	12	23	13	30	16
Dez	20	9	23	8	23	8	23	13	31	17

Na maioria dos países subtropicais, como seja na faixa costeira de Israel (Aeroporto Lod), podem-se produzir algumas culturas caso se utilize aquecimento adicional durante o Inverno. Nas terras altas tropi-

cais, como seja em Quito, recomenda-se a utilização de calor adicional durante todo o ano, aplicando-se o mesmo, possivelmente, para as terras altas do Quênia. Em Nova Deli, pelo contrário, as temperaturas durante o Verão são muitas elevadas. Nesse caso o uso de coberturas/resguardos e de sistemas de arrefecimento, caso seja viável financeiramente, torna-se uma necessidade. Em Bandung (clima tropical semi-húmido) existem restrições apenas no que se refere a culturas que requerem uma temperatura bastante baixa.

Quadro 8: Horas médias diárias de luz solar no que se refere a algumas estações meteorológicas, em diversos pontos do globo

Lugar Mes	Aeroporto Lod Israel 32°NBr	Quito Equador 0.09°ZBr	Nova Deli India 28.35°NBr	Nairóbi Quênia 1.18°ZBr	Bandung Indonésia 6.53°ZBr
Jan	5.88	5.76	7.59	8.80	6.42
Fev	6.81	5.52	8.66	9.27	6.48
Mar	7.43	4.08	8.15	8.64	6.74
Abr	8.95	4.44	9.25	7.18	6.88
Maio	10.79	4.56	9.53	5.85	7.25
Jun	11.97	5.16	7.45	5.85	7.56
Jul	11.81	5.64	6.40	4.30	8.51
Ag	11.31	7.32	6.37	4.19	8.72
Set	9.51	5.64	7.54	5.76	8.14
Out	8.93	5.64	8.81	7.10	7.19
Nov	7.65	6.00	9.19	6.87	6.77
Dez	5.95	5.52	8.16	7.96	6.44

No Aeroporto Lod os dias mais longos nos Verões quentes têm um efeito claramente positivo no número de horas de luz solar, enquanto que em Nova Deli o número de horas de luz solar é em algo limitado pelas nuvens durante o período de monções de Verão. Nas outras estações que se situam perto do Equador, as diferenças são principalmente devidas ao padrão sazonal de nuvens e de precipitação.

Quadro 9: Humidade média do ar em % de HR em diversos pontos do globo

Mês Lugar	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez
Aeroporto Lod	69	73	74	72	66	68	68	70	68	64	64	71
Quito	70	71	71	74	73	67	61	57	62	69	69	69
Nova Deli	55	46	36	25	25	38	64	70	61	46	39	49
Nairobi	69	65	68	73	77	73	76	72	69	64	74	74
Bandung	75	75	76	78	78	77	75	71	68	72	76	73

Os valores relativos à humidade média do ar apenas dão uma indicação global. Como regra, a HR é mais elevada muito cedo, de manhã e é mais baixa ao meio-dia. Estes são os momentos críticos para se controlar o clima nas estufas. Neste quadro apenas Nova Deli tem valores muito mais baixos devido à sua humidade do ar ser extremamente baixa durante alguns dos meses de Verão. Aí, no meio do dia, ocorrem problemas climáticos que fazem com que um arrefecimento activo seja essencial para se conseguir cultivar com êxito. Isto aplica-se, especialmente, às áreas semidesérticas nas regiões subtropicais.

Quadro 10: Evaporação potencial (Ep) em milímetros, por dia, em várias estações meteorológicas, em diversos pontos do globo

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez
Aeroporto Lod	1.6	2.2	3.2	4.6	6.6	7.4	7.4	6.8	5.2	3.7	2.5	1.6
Quito	3.9	4.1	3.9	3.8	3.7	3.7	4.0	4.7	4.4	4.2	4.0	3.8
Nova Deli	2.4	3.5	5.7	7.7	9.2	8.5	6.8	6.1	5.7	4.6	3.2	2.3
Nairobi	5.4	6.0	5.9	5.1	4.3	4.0	3.5	3.9	4.7	5.3	4.8	4.9
Bandung	5.2	5.3	5.4	5.1	4.8	4.6	4.9	5.5	5.9	5.7	5.3	5.3

A combinação de muito sol, temperaturas altas, uma HR baixa e, possivelmente, muito vento, determina a evaporação notavelmente alta durante os meses de Verão em Nova Deli. No Aeroporto Lod registam-se temperaturas muito mais baixas e uma HR bastante elevada a par de uma grande quantidade de luz solar, de modo que aí a evaporação é menos extrema.

Quadro 11: Arrefecimento em °C quando a eficácia do sistema de arrefecimento do ar, através de evaporação e ventilação é de 80 %

RH/Temp. exteriores em °C	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
10°	6.7	5.9	5.1	4.3	3.5	2.8	2.1	1.4	0.6
15°	8.2	7.2	6.2	5.2	4.2	3.3	2.4	1.6	0.8
20°	9.8	8.5	7.3	6.1	5.0	3.8	2.8	1.8	0.9
25°	11.5	9.8	8.5	7.0	5.6	4.4	3.2	2.1	1.0
30°	13.3	11.4	9.5	7.8	6.3	4.9	3.5	2.3	1.1
35°	15.1	12.8	10.6	8.7	7.0	5.4	3.9	2.5	1.2
40°	17.0	14.2	11.8	9.7	7.8	5.9	4.2	2.7	1.3
45°	18.9	15.7	13.0	10.5	8.3	6.3	4.6	2.9	1.4

É óbvio que com temperaturas superiores a 40° C ainda se podem criar boas condições para crescimento sempre que a humidade do ar seja baixa, por exemplo, entre os 10 e 20 %. Contudo o arrefecimento é muito mais viável em condições de humidade elevada. O sistema de arrefecimento de ar de superfície húmida (através de evaporação e ventilação), surge, pois, como uma opção nos climas tropicais semi-húmidos e húmidos.

Leitura recomendada

C. von Zabeltitz, W.O. Baudain: **Greenhouse and shelter constructions for tropical regions.** FAO Rome, 1999, pp122: FAO Plant production and protection paper.

International symposium on greenhouse management for better yield and quality in mild winter climates. Acta Horticulturae 534; Antalia, Turkey, 3-5 nov 1997. ISBN: 90-6605-901-X

R.A. Aldrich and J.W. Barton: **Greenhouse Engineering.** Northeast Regional Agric. Engng Service: Ithaca, NY 14853-5701, 1992, pp203.

R.P. Rice, L.W. Rice and H.D. Tindall: **Fruit and vegetable production in warm climates.** MacMillan, London, 1990, pp486. ISBN: 0-333-46850-3

C.M. Messian: **The tropical vegetable garden.** CTA Dee/Wageningen, The Netherlands, 1992, pp514. ISBN: 0-333-57077-4

J. Foye: **Greenhouse Manual for small farmers.**, pp52. NGO-Agric. Diversif. Project Ltd 2002; 74 Kenndey Ave, P.O. Box 268, Roseau, Commonwealth of Dominica.

A.van Ittersum: **Protected cultivation in the tropics and subtropics.** Rep. 351.97, Intern Agric. Coll. Larenstein, Deventer, 1997, The Netherlands

K. Vilhammer: **Plastic greenhouses for warm climates.** FAO Agric. Serv. Bull. 48, 1982, 17pp FAO Rome

J.G. Atherton and J. Rudich: **The Tomato Crop;** Chapman & Hall, 1986, pp661. ISBN: 0412-25120-5

Andras Somos: **The Paprika**; Akadémiai Kiadó, Budapest, 1986, pp302.

Vegetable growing in greenhouses in arid areas in the subtropics

Part 1: Soil and water; Part 2: Crops. Min of Agric. and Fishery, Stiboka 1987-88

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, nº1, pags. 147-150, 2002, Campina Grande, www.agriambi.com.br

Endereços úteis



O PTC+ é um instituto internacional dedicado à formação cujo enfoque se situa em todos os elos da cadeia de produção no que respeita a mercadorias de origem vegetal e animal, tecnologia agrícola, tecnologia alimentar e áreas naturais.

Os programas de formação são orientados para a prática; a teoria é dada a par de aulas práticas. O PTC+ oferece programas de “acesso livre”, programas “feitos por medida” e programas de consultoria/assessoria. Estes programas são oferecidos tanto nos Países Baixos como no próprio país.

O PTC+ tem como política procurar programas de parceria e cooperação com institutos nacionais e internacionais no estrangeiro.

PTC+ Head Office

P.O. Box 160, 6710 BD Ede, The Netherlands

Tel.: +31 318 645700, Fax: +31 318 595869

e-mail: info@ptcplus.com, www.ptcplus.com

FAO Headquarters

Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy

Telephone: (+39) 06 57051

Agrotechnology and Food Innovation (antigo IMAG)

PO Box 17 6700 PD Wageningen,

Tel: +31 317 475029; Fax: +31 317 475347;

info.agrotechnologyandfood@wur.nl,

www.agrotechnologyandfood.wur.nl

Rovero Systems B.V.

Krabbescheer 67, POBox 162, 4940 AD Raamsdonkveer;

Tel.: +31 (0)162 574544; Fax: +31 (0)162 574500;

info@rovero.nl; www.rovero.nl

Túneis, Estufas múltiplas Rovero, Estufas Rol-Air, Galerias climatizadas, Agrocover

Haygrove Tunnels

Rdebank, Little Marcle Road, HR8 2JL Ldebury, Heref.shire , U.K

Tel: +44 1531 635041, Fax: +44 1531 633351

hilary.ramsay@haygrove.co.uk; www.haygrove.com

Túneis à escala no terreno

Yamco-Yadpaz

Estufas, 65 Yig'al Alloon st. Tel Aviv 67433 Israël

Tel: 972-3-5622557, Fax: 972-3-5622558

yamco@netvision.net.il ; yamko.co.il

Estufas, coberturas com redes, alpendres múltiplos

Klerk's / Hyplast Nv

St Lenaartseweg 26, B-2320 Hoogstraten Belgium

Tel: +32 (0)331 43740 Fax: +32 (0)331 42372; info@hyplast.be

Vários filmes plásticos para cobertura de estufas

Polysak Plastic Industries Ltd.

Kibbutz Nir-Yitzhak, IL85455 M.P. Hanegev Israël

Tel: +972 8 9989720/1, Fax: +972 8 9989710

sales@polysack.com; www.polysack.com

Redes para criação de sombra, protecção contra o vento

Royal Brinkman International Bv

PO Box 303, 2690 AH 's Gravenzande, The Netherlands

Tel: +31 174 446100, Fax: +31 174 446151

export@brinkman.nl ; www.brinkman.nl

Todos os tipo de equipamento de estufas

Ludvig Svensson Bv,

Marconiweg 2 3235 LV Hellevoetsluis. The Netherlands

Tel: +31 181 392666, Fax: +31 181 392662

info@svensson.nl ; www.ludvigsvensson.com

Resguardos/coberturas para controlo das condições climáticas, redes mosquiteiras, cobertura para o solo

Holland Heater De Lier Bv,

Leehove 62 2678 MC De Lier, the Netherlands

Tel: +31 (0)174 516741, Fax: +31 (0)174 518021;

info@hollandheater.nl

Aquecimento do ar através da utilização de gás ou de óleo, ventiladores para estufas

Revaho Bv Handelsonderneming

Aartsdijkweg 22, PO Box 299 3140 AG Maassluis, The Netherlands

Tel +31 174 512775 Fax: +31 174510180, info@revaho.nl

www.revaho.nl

Equipamento de irrigação

Eijkelkamp Agrisearch Equipment

PO Box 4, 6987 ZG Giesbeek, The Netherlands

Tel: +31 313 631941, Fax: +31 313 632167

eijkelkamp@eijkelkamp.com.nl www.diva.nl/eijkelkamp

Instrumentos de laboratórios agrícolas e de investigação de campo

Nieuwkoop Bv

Zwarteweg 116, PO Box 78, 1430 AB Aalsmeer, The Netherlands

Tel: +31 297 325836, Fax: +31 297 323167, info@nieuwkoopbv.nl ;

www.nieuwkoop.nl

Instrumentos de medição para controlo do clima, fertilidade do solo e manejo da irrigação.

Koppert Bv. Biological Systems

Veilingweg 17, PO Box 155, 2650 AD Berkel en Rodenrijs, The Netherlands, Tel: +31 10 5148444, Fax: +31 10 5115203

A.Taal@koppert.nl ; www.koppert.nl

Produtos biológicos para controlo de pragas e doenças

Internet:

Para quem acesso à Internet existem três *websites* principais que fornecem uma abundante fonte de informação

www.cityfarmer.org

Departamento canadiano de agricultura urbana

www.ruaf.org

ETC Centro para Agricultura Sustentável, Países Baixos

www.echonet.org/tropicalag/aztext

ECHO (Educational Concerns for Hunger Organization), Florida, USA. Este *site*, com o bonito nome de “From Amaranth to Zai Holes”, tem vindo a crescer desde 1996 e a recolher uma vasta gama de ideias práticas para aqueles que trabalham para comunidades que vivem em condições difíceis, nas regiões tropicais e subtropicais. Tal mostra que não existem respostas simples, mas que existem muitas possibilidades e métodos e tecnologias potenciais.

Rádio:

Developing Countries Farm Radio Network (DCFRN)

No *site* www.farmradio.org é feita uma apresentação da organização.

E-mail info@farmradio.org

Sendo o rádio o método de comunicação primária, a DCFRN dá assistência a famílias camponesas em cerca de 100 países nas Caraíbas, América Central e do Sul, África, Ásia e Pacífico, com aprendizagem sobre maneiras simples, comprovadas para aumentar o abastecimento alimentar, assim como a nutrição e a saúde. Disponível em Inglês e em Francês.

Glossário

- Caixa de ventilação:** Caixa que protege contra a luz solar, permitindo um fluxo de ar livre.
- CE = Condutividade eléctrica:** Medida do teor de sais na água extraída do solo quando o solo se encontra saturado com água. Expressa em milimhos por centímetros.
- Cultivo protegido:** Produção de culturas protegidas contra as condições climáticas.
- Efeito de vácuo:** Corrente de ar forte sobre a cobertura da estufa que pode induzir uma menor pressão de ar dentro da estufa..
- Ep: Evaporação potencial:** A evaporação que se dá numa superfície de terra coberta com vegetação e com suficiente água do solo.
- Estufas com túneis múltiplos:** Estufas com mais de duas construções em arco, (túneis), pegadas umas às outras.
- Evaporação:** Termo utilizado para indicar a quantidade de água que se evapora fisicamente do solo.
- Fertirrigação:** Aplicação de fertilizantes artificiais num sistema fechado de irrigação. Também se podem aplicar pesticidas e fungicidas desta maneira.

Fotoperiodicidade:	Muitas plantas reagem durante o seu período de florescência à duração do dia. As assim chamadas plantas de dias curtos começam a florescer quando a duração do dia é de 12 horas (nas regiões tropicais). Quando plantadas numa zona temperada apenas continuam a crescer vegetativamente. As plantas de dia longo apenas florescem quando os dias são longos ($= > 15 - 18$ hours).
HR = Humidade relativa:	Quantidade real de vapor de água existente a uma determinada temperatura em relação à quantidade máxima que o ar pode conter a essa temperatura – percentagem.
Medidor de CE:	Medidor digital, também em formato de bolso, para medir a concentração de sal na água ou num extracto de solo-água.
Medidor de pH:	Medidor digital (em formato de bolso) para medir a acidez num solo húmido. Os níveis mais favoráveis situam-se na escala entre 6 e 7.
pH ou reacção do solo:	O grau de actividade de um solo húmido indicado pela concentração do ião hidrogénio.
Ponto de murchidão:	Das plantas num solo é atingido quando a força de sucção das plantas não pode superar a tensão pela qual a água subterrânea é retida pelo solo. Neste ponto as plantas começam a murchar.

- Produção agrícola:** Cuidados a ter com a cultura (operações culturais) desde a sua sementeira até à sua colheita.
- Radiação solar :** Radiação proveniente dos raios solares.
- Requisitos da cultura em termos de água (Etcrop):** Refere-se à água que a cultura necessita, o que inclui a transpiração da cultura, assim como a evaporação directa do solo.
- Transmissão de IR-:** Penetrabilidade da radiação de calor através de filmes plásticos.
- Transpiração:** A quantidade de água fisiologicamente evaporada ou transpirada pela planta.
- Transplantação para viveiro:** Transferência de plantas individuais dos canteiros para vasos ou canteiros de viveiros com o objectivo de elevar a qualidade do material de plantio.