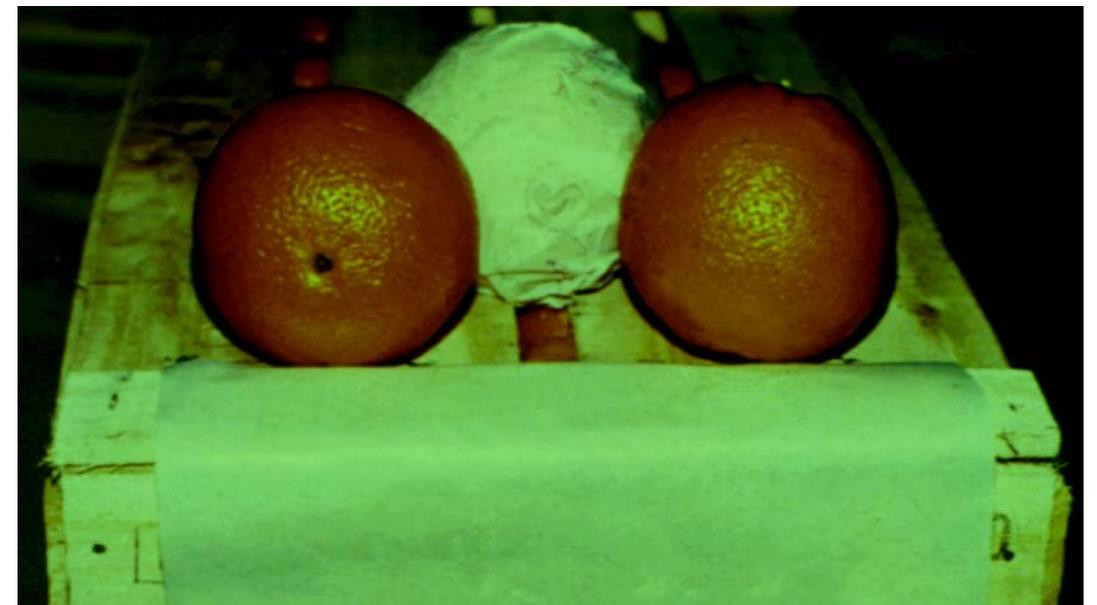


PÓS-COLHEITA DE CITROS



José Antonio Alberto da Silva & Luiz Carlos Donadio



UNESP



EECB



Funep

Editores
José Antonio Alberto da Silva
Luiz Carlos Donadio

**(PARTE DOS TEXTOS DE
PALESTRAS DO I SIMPÓSIO DE
PÓS-COLHEITA DE CITROS)**

Jaboticabal - SP
Funep
2000

Copyright ©: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia,
Medicina Veterinária e Zootecnia - Funep

Diagramação: Renato Trizolio

Ilustração e impressão da capa: Gráfica Multipress

Impressão e acabamento: Funep

Editor: Luiz Carlos Donadio



Ficha catalográfica preparada pela Seção de Aquisição e Tratamento
de Informação do Serviço de Biblioteca e Documentação da FCAV.

P855 Pós-colheita de citros. -- Jaboticabal : Funep, 2000.
64 p. il. ; 21 cm. - (Boletim citrícola, 13).

1. Laranja - citros. 2. Pós-colheita. I. Título.

CDU - 634.31

2000

Proibida a reprodução total ou parcial.

Os infratores serão punidos na forma da lei.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONOMIA,

MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA - Funep

Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n

14884-900 - Jaboticabal - SP

Tel.: (16) 3209-1300 / Fax: (16) 3209-1306

Home Page: <http://www.funep.com.br>

ÍNDICE

TRATAMENTO COM FITORREGULADORES E ANELAMENTO EM ÁRVORES FRUTÍFERAS DE CITROS	1
<i>Otto Carlos Koller</i>	
TECNOLOGIA ESPANHOLA DE TRATAMENTO DE PÓS- COLHEITA DE CITROS: USO DE CERAS, DETERGENTES E FUNGICIDAS	25
<i>Hélio Chimenti Junior</i>	
EMBALAGENS PARA FRUTAS	33
<i>Mauricio Rossi Bordin</i>	
SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO E ESTOCAGEM FRIGORIFICADA DE FRUTAS	49
<i>Lincoln de Camargo Neves Filho</i>	

TRATAMENTO COM FITORREGULADORES E ANELAMENTO EM ÁRVORES FRUTÍFERAS DE CITROS

Otto Carlos Koller¹

1. INTRODUÇÃO

Existem compostos químicos naturais, produzidos pelas plantas, que, em quantidades muito pequenas, podem causar grandes alterações no crescimento, desenvolvimento, florescimento e reprodução das plantas. Eles são os fito-hormônios, também conhecidos como reguladores de crescimento naturais, dos quais existem cinco grupos conhecidos até agora: auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico (ABA) e etileno.

Também existem compostos sintéticos, tais como: ácido indolbutírico (AIB), ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), etefon (CEPA), muitos herbicidas e outros produtos, que, absorvidos pelas plantas, exercem ação semelhante ou oposta à dos fito-hormônios. Eles são chamados de reguladores de crescimento sintéticos ou artificiais.

Em geral, os reguladores de crescimento, tanto naturais como sintéticos, quando produzidos pelo homem, são denominados de fitorreguladores. Depois de conhecidas as principais funções e o modo de ação dos fito-hormônios, os pesquisadores se preocuparam cada vez mais em produzir e testar o efeito de reguladores de crescimento sintéticos, com o intuito de utilizá-los em aplicações exógenas em plantas,

¹ Prof. Dr. UFRGS

buscando principalmente o aumento da produtividade e da qualidade de produtos agrícolas.

Atualmente, na fruticultura, os fitorreguladores podem ter diversas aplicações, existindo produtos como: o ácido indolbutírico (AIB), que estimula o enraizamento de estacas; o etefon, que pode induzir o florescimento ou provocar a queda de flores e de frutos jovens ou maduros; as giberelinas, que estimulam o crescimento de brotações e frutos jovens; o 2,4-D, que aumenta a força de retenção dos frutos nas árvores, evitando a abscisão ou queda pré-colheita.

Assim, podem existir diversas aplicações para o uso de fitorreguladores, sendo que a seguir serão abordados alguns efeitos e a possibilidade de utilização desses produtos e do anelamento da casca de ramos em pomares de citros. Deve-se entretanto alertar os leitores que a utilização ou não de fitorreguladores, ou do anelamento da casca de ramos, depende dos benefícios que essas práticas possam proporcionar ao citricultor e aos consumidores dos frutos, tais como: melhor qualidade, melhor preço e/ou facilidade na venda de frutos, e aumentos de produtividade que compensem as despesas decorrentes da compra e aplicação de tais produtos.

O citricultor também deve ter em mente que os frutos destinados ao consumo de mesa, desde que sejam de melhor qualidade do que os destinados à indústria, atingem melhor preço, compensando maiores gastos na produção. Por outro lado, a utilização de fitorreguladores é de pouca ou nenhuma utilidade em pomares onde não se usam mudas de boa qualidade, porta-enxertos e variedades com boas características genéticas, adubações, manejo do solo, irrigações, podas e outras práticas culturais compatíveis com os objetivos dos pomares.

Pode-se dizer que até agora o Brasil se dedicou basicamente à produção de frutas cítricas para a indústria e frutas de mesa para o mercado interno, pois o volume das

exportações de frutos de mesa ainda é muito baixo. Considerando-se no entanto que o mercado interno está quase saturado, forçando a diminuição dos preços pagos ao produtor, é forçoso reconhecer que a exportação de frutos de mesa é uma alternativa. Entretanto os principais mercados externos são cada vez mais exigentes em frutos bem coloridos, de maior tamanho e sem sementes. Por sua vez, as variedades de frutos sem sementes geralmente são pouco produtivas, e/ou seus frutos tendem a ser menores do que os com sementes.

A seguir serão abordados alguns aspectos sobre as possibilidades de uso de fitorreguladores em pomares de citros, para aumento da produtividade e/ou da qualidade físico-química dos frutos.

2. AUMENTO DA FIXAÇÃO E RETENÇÃO DE FRUTINHOS

Nos citros existem vários tipos de brotações; elas podem ser: uniflorais com várias folhas; brotações com várias folhas e botões florais em suas axilas; brotações uniflorais com várias folhas; brotações com cachos florais e folhas e brotações em cachos florais sem folhas (Agustí & Almela, 1991).

Em laranjeiras de umbigo 'Navelina', Becerra & Guardiola (1984) verificaram que quanto maior a intensidade de brotação de gemas na primavera, maior é a proporção de flores sem folhas e de cachos florais. À medida que o número de flores aumenta de zero a 20 flores, por 100 nós do ramo, aumenta proporcionalmente a produção de frutos, entre 20 e 60 flores por 100 nós, a produção de frutos se estabiliza, e com maior presença de flores, a quantidade de frutos diminui.

Os botões florais, as flores e os frutinhos competem entre si por nutrientes, sendo considerados grandes

consumidores de metabólitos. Por isso, em variedades produtoras de frutos sem sementes, como laranjeiras de umbigo 'Navelate' e tangerineiras 'Clementina', a principal causa da baixa produtividade pode ser atribuída a desequilíbrios nutricionais e hormonais, relacionados com a ausência de sementes e a intensa floração, em cachos florais desprovidos de folhas, que redundam em elevada queda de botões florais, flores e frutinhos, que é tanto mais intensa quanto maior o índice de floração (Agustí & Almela, 1991).

Na Espanha, foi verificado que em laranjeiras de umbigo 'Navelate' (de maturação tardia) a fixação inicial de frutos é maior do que em laranjeiras 'Bahia' (mais precoces); isso resulta em maior perda de matéria seca e nutrientes minerais durante a floração e na fase inicial da fixação dos frutos. A menor taxa de retranslocação de nutrientes minerais e orgânicos, das folhas velhas para as novas e para os frutos, na laranjeira 'Navelate', e sua maior utilização na frutificação podem ser os motivos da menor produtividade dessa cultivar.

A presença de folhas é importante para a fixação de frutinhos, como pode ser observado na Figura 1, devido ao seu papel de supridor de metabólitos (carboidratos, giberelinas e citocininas), aumentando o crescimento dos frutinhos, tanto assim que a retirada de folhas, junto aos botões florais, reduz em 75% a fixação de frutos (Lenz, 1966). Em laranjeiras 'Valência', 77 dias após a plena floração, 70% dos frutinhos retidos na planta eram provenientes de brotações com folhas e apenas 20% de brotações sem folhas. Os teores de ácido giberélico (AG_3) e ácido abcísico (AAB) desses frutos praticamente não diferiu, mas o conteúdo deles é maior nos frutinhos acompanhados de folhas (Hofman 1989).

Shaolan et al (1995) verificaram que, em cunquateiros e laranjeiras, aplicações de AG_3 , durante a indução da diferenciação das gemas, inibiram a formação de gemas florais e aumentaram o comprimento das brotações vegetativas. Ao contrário, baixos teores foliares de nitrogênio

e altos teores de fenilalanina favorecem a diferenciação floral.

Em laranjeiras 'Valência', os frutinhos, tanto de brotações com folhas como sem folhas, crescem lentamente até 35 a 40 dias após a plena floração, e depois desse período eles crescem rapidamente. Os frutinhos de brotações com folhas, desde o início de sua formação, são mais pesados do que os de ramos sem folhas, sendo que a diferença se acentua a partir de 35 dias após a plena floração (Hofman, 1989), como pode ser observado na Figura 2.

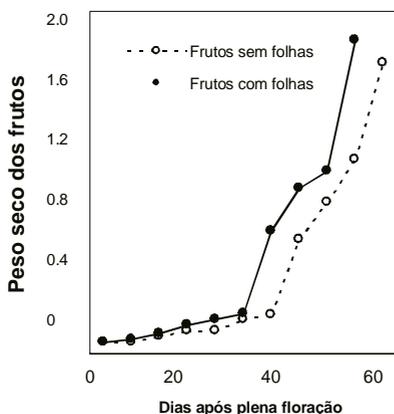


Figura 1 Peso seco de frutinhos de laranjeiras 'Valência' em ramos com folhas e sem folhas, na fase inicial da fixação de frutos (HOFMAN, 1989).

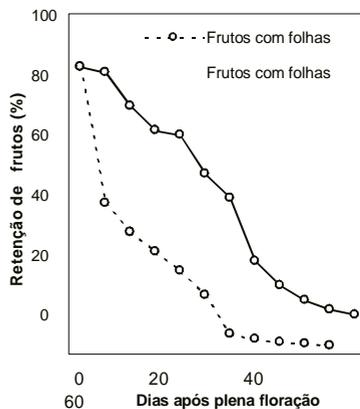


Figura 2 Porcentagem de frutinhos de laranjeiras 'Valência' em ramos com folhas e sem folhas, retidos durante a fase inicial de crescimento, em relação ao número presente na plena floração. (HOFMAN, 1989).

Segundo Guardiola (1994), a aplicação de 10 ppm de ácido giberélico, no final da queda das pétalas, aumentou em 22% o peso dos ovários 30 dias após a aplicação em tangerineiras 'Satsuma'.

O mecanismo através do qual a presença de folhas novas promove o aumento do tamanho dos frutos não é bem conhecido, pois na fase de mais intenso crescimento dos frutinhos, por ocasião da queda natural, as folhas novas ainda não produzem carboidratos e outros fotoassimilados em quantidade suficiente para o próprio consumo,

necessitando a translocação dessas substâncias de órgãos de reserva ou de folhas mais velhas e ativas. Por isso, é possível que tanto as folhas novas, como a presença de AG_3 não exerçam ação direta no aumento do tamanho dos frutinhos, mas sim atuem como agentes que promovem a translocação, atraindo fotoassimilados ou substâncias de reserva para as brotações e os frutinhos, acelerando o crescimento inicial destes (Miller & Hofman, 1989).

Para promover o raleio de flores e aumentar o índice de flores acompanhadas de folhas, em tangerineiras 'Clementina' e laranjeiras de umbigo 'Navelate', Agustí & Almela (1991) recomendam fazer uma pulverização das árvores com 10 ppm de AG_3 , em novembro/dezembro (maio/junho no hemisfério sul).

Por outro lado, a aplicação de 10 ppm de AG_3 , no final da queda das pétalas, aumenta o crescimento dos ovários (Guardiola 1994). Esse efeito pode ser intensificado com a realização de uma anelagem da casca dos ramos, 10 dias após a queda das pétalas, aumentando a retenção de frutinhos (Agustí & Almela, 1991).

Consegue-se portanto aumentar a fixação de frutos principalmente de duas formas: 1) em cultivares que florescem excessivamente, procurando diminuir o índice de florescimento, principalmente a formação de cachos florais sem folhas, inibindo a formação de gemas florais através da aplicação de ácido AG_3 , aplicado por ocasião da indução floral, no final do outono ou início do inverno; 2) promovendo o rápido crescimento dos ovários, no final da floração, através da aplicação de AG_3 , favorecendo a translocação de metabólitos para as brotações e os frutinhos em desenvolvimento; 3) através do anelamento da casca dos ramos, evitando temporariamente a translocação de metabólitos para as raízes e retendo-os na copa, para melhor nutrição dos frutinhos.

O anelamento da casca consiste em realizar um corte de 360° na casca dos ramos principais, fazendo uma incisão

de largura igual à de uma lâmina de faca ou canivete (aproximadamente 1mm) e profundidade suficiente para cortar a casca até alcançar o lenho, mas sem danificá-lo. O anelamento pode ser realizado com rapidez e facilidade usando um instrumento “anelador”, semelhante ao mostrado na Figura 3.



Figura 3. Tesoura apropriada para fazer o anelamento da casca de ramos em plantas frutíferas.

3. AUMENTO DO TAMANHO DO FRUTO

Existem variedades de citros que em alguns anos florescem abundantemente, produzindo quantidade excessiva de frutos pequenos e de baixa qualidade, geralmente sem valor comercial nos mercados de fruta fresca. No Brasil isso ocorre comumente nas tangerineiras 'Mexerica do Rio', 'Caí' e 'Montenegrina', produtoras de frutos com sementes, da espécie *Citrus deliciosa*. Em consequência dessa sobrecarga, a planta esgota as reservas, produzindo muito pouco ou nada no ano subsequente, entrando em “alternância de produção”.

Variedades sem sementes, como as 'Clementinas', embora com menor carga, também podem produzir frutos pequenos e, se pulverizadas com AG₃, durante ou logo após a floração, fixam maior quantidade de frutos, mas o peso médio deles diminui ainda mais, como pode ser observado na Tabela 1 (Guardiola, 1989).

Tabela 1. Efeito da pulverização com ácido giberélico e do anelamento da casca de ramos sobre a produção de tangerineiras 'Oroval' (Guardiola, 1989).

Tratamentos	Produção de frutos por árvore		Peso médio dos frutos (g)
Testemunha	580	56,3	97,3
Anelamento	740	64,9	88,3
Ácido Giberélico	796	70,2	89,7

O controle da alternância de produção e o aumento do tamanho dos frutos podem ser conseguidos através da realização do raleio de flores, mediante aplicação de 10 ppm de AG₃ nos meses de maio/junho, ocasião da diferenciação das gemas florais, como foi visto no item anterior.

Em tangerineiras 'Montenegrina' também se pode controlar a alternância de produção e produzir frutos de maior tamanho mediante a execução do raleio manual de 60 a 90% dos frutinhos (Schwarz & Koller, 1991; Nienow et al. 1991) ou através de raleio químico de frutos, principalmente com pulverizações de 100 a 300 ppm de etefon (Marodin et al., 1986), como pode ser verificado na Tabela 2.

Em doses de 250 a 300 ppm, o etefon promoveu o raleio de flores e frutos em laranjeiras 'Valência', diminuindo a produção em 20 a 30 %, evitando a alternância de produção. A adição de surfactantes não diminuiu nem aumentou o efeito do etefon, mas possibilitou a sua aplicação conjuntamente com nutrientes minerais como nitrato de cálcio, uréia, sulfato de cobre, zinco e manganês (Shenggen, 1996).

Entretanto essas práticas de raleio de frutos geralmente provocam a diminuição do peso da colheita, principalmente pela eliminação dos frutinhos de menor tamanho, constituindo-se em vantagem econômica somente se ocorrer o aumento da proporção de frutos de primeira classe na

colheita (Guardiola, 1994). Assim, realizando raleio químico de frutinhos, mediante pulverizações com 500 ppm de etefon, em tangerineiras 'Dancy' excessivamente carregadas, Gallash (1989) obteve ganhos líquidos de U\$ 2.200/ha, através do aumento de tamanho dos frutos. Entretanto, usando etefon ou ácido naftalenoacético (ANA) em tangerineiras 'Ellendale' e 'Imperial', ocorreu uma redução de 29% da renda líquida.

Tabela 2. Efeito dos raleios manual e químico de frutinhos, na fase da queda natural, sobre a produção de tangerinas 'Montenegrina' (Marodin et al. 1986).

Tratamentos	kg de frutos/planta	nº frutos/planta	peso médio dos frutos (g)	% florescimento no ano seguinte *
Testemunha	32.5 abc	407 ab	91.3 bc	4.2
200ppm de ANA	26.6 bc	323 ab	87.0 c	0.0
400ppm de ANA	30.7 abc	326 ab	89.7 bc	8.3
600ppm de ANA	35.6 abc	397 ab	94.5 bc	20.8
100ppm de etefon	37.8 abc	409 ab	102.7 ab	33.3
200ppm de etefon	22.2 c	261 b	96.2 bc	16.7
300ppm de etefon	26.9 bc	262 b	112.8 a	62.5
Raleio manual 1-1**	47.0 a	527 a	101.8 abc	4.2
Raleio manual 1-2	41.0 ab	487 a	90.5 bc	0.0
Raleio manual 1-3	35.6 abc	426 ab	95.0 bc	0.0

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferiram entre si pelo teste Duncan (0,5%).

* porcentagem em relação a plantas com florescimento máximo.

** 1: deixando no máximo 1 fruto a cada 15cm de comprimento do ramo frutífero;

2: deixando no máximo 2 frutos a cada 15cm de comprimento do ramo frutífero;

3: deixando no máximo 3 frutos a cada 15cm de comprimento do ramo frutífero.

Stewart et al. (1951) já haviam observado que pulverizações com 2,4-D, em concentrações suficientemente altas, realizadas antes ou logo após o florescimento, aumentaram o tamanho dos frutos, sendo que o incremento foi proporcional à concentração de 2,4-D usada; os frutos aumentaram de tamanho devido à aceleração da taxa de

crescimento dos frutinhos, que foi resultante principalmente de aumento do diâmetro do pedicelo, maior crescimento de diversos tecidos do fruto e diminuição do número de frutos produzidos, especialmente nas pulverizações anteriores à floração.

Para aumentar o crescimento dos frutos através do raleio químico é muito importante aplicar os fitorreguladores no momento adequado. Pode-se observar, na Tabela 3, que realizando pulverizações com 20 ppm de 2,4-D, em tangerineiras 'Nova', logo após a floração, se consegue um raleio de aproximadamente 27% dos frutos, com uma diminuição de apenas 10% no peso de frutos colhidos, porém com um aumento significativo de 56% na produção de frutos de tamanho grande; quanto mais se retardam as pulverizações, menor é o efeito de raleio de frutinhos e menor será o crescimento dos frutos retidos na planta (Guardiola, 1994).

Laranjas 'Hamlin' grandes e de boa qualidade também foram produzidas por Sheggen (1996), através de pulverizações feitas logo após a floração, com 2,4-D + 0,3% de fosfato de potássio.

As aplicações exógenas de ácido giberélico, no final da floração, que aumentam o crescimento inicial e a fixação de frutinhos, desaceleram o crescimento subsequente dos mesmos, tornando-os menores na colheita, presumivelmente porque a presença de maior número de frutos na planta aumenta a competição entre eles, por nutrientes. Entretanto a aplicação de auxinas em momentos oportunos, como a pulverização de ANA ou 2,4,5-T, no final da queda natural, neutralizam o efeito negativo do ácido giberélico, aumentando significativamente o tamanho dos frutos na colheita (Guardiola, 1989), sendo que esse efeito de aumento do tamanho dos frutos, devido ao maior crescimento das vesículas de suco, é ainda mais incrementado se com a aplicação de 200 ppm de ANA for

realizado concomitantemente um anelamento da casca dos ramos principais, conforme resultados experimentais obtidos por Van Resenburg et al., citados por Guardiola (1994).

Tabela 3. Efeito da época de aplicação de 20 ppm de 2,4-D, em tangerineiras 'Nova', sobre o raleio de frutinhas e a produção de frutos (Guardiola, 1994).

Parâmetros	Meses após a floração, de aplicação de 2,4-D				
	Testemunha	0	1	2	3
	Índices %				
Número de frutos	(462) = 100	73	74	66	92
Peso médio (g/fruto)	(113) = 100	126	125	117	103
Produção (kg/planta)	(51,5) = 100	91	90	78	95
Frutos grandes (kg/planta)	(19,9) = 100	156	149	117	103

Independentemente do uso prévio de ácido giberélico, Greenberg et al. (1995) verificaram que, pulverizações em pomeleiros, com 300 ppm de ANA ou 50 a 100 ppm de 2,4-DP (ácido 2, 4,-diclorofenoxipropiônico), em junho (no hemisfério norte), quando os frutinhas estavam com 17 a 26mm de diâmetro, aumentaram significativamente o tamanho dos frutos na colheita. Os tratamentos aumentaram a proporção de frutos grandes, apropriados para a exportação, sem diminuir a produtividade das plantas, elevando o valor da produção. As principais características físico-químicas dos frutos não foram alteradas.

Além dos fitorreguladores já abordados e que exercem efeito no aumento do tamanho dos frutos, Agustí & Almela (1991) ainda citam o 2,4,5-TP (ácido 2,4,5-triclorofenoxipropiônico), que atualmente está desuso e é um pouco menos eficiente do que o 2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético), sendo que o 2,4-DP não tem efeito de raleio, ele somente aumenta o tamanho dos frutos e conseqüentemente a produção total na colheita. Segundo esses autores, todos os fitorreguladores são mais eficientes na forma éster do que na forma amídica.

Resumidamente, pode-se dizer que é possível aumentar o tamanho dos frutos na colheita, através de uma ou mais de uma das seguintes técnicas: a) pelo raleio manual de frutinhos, após a queda natural; b) pelo raleio químico de frutinhos, pulverizando as árvores, no final da queda natural, com 150 a 300 ppm de etefon; c) pelo raleio de flores, através da pulverização das árvores com 10 ppm de AG, por ocasião da diferenciação das gemas florais, no final do outono/início do inverno (maio/junho); d) pulverizando as árvores logo após a queda das pétalas com 20 a 30 ppm de 2,4-D; e) pulverizando as árvores, logo após o final da queda natural de frutinhos (novembro/dezembro), com 200 a 300 ppm de ANA, ou 30 a 75 ppm de 2,4-DP, ou com 5 a 15 ppm de 2,4,5-T, sendo que esta auxina não está sendo fabricada presentemente; f) fazendo o anelamento da casca dos ramos principais da árvore, logo após a queda natural de frutinhos, conjuntamente ou não com uma aplicação de ANA.

4. DIMINUIÇÃO DA QUEDA DE FRUTOS MADUROS E RETARDAMENTO DA COLHEITA

As laranjeiras de umbigo em geral apresentam menor fixação de frutos do que as variedades de laranjeiras comuns. Além disso, elas são mais sensíveis a efeitos colaterais como adversidades climáticas, ataque de pragas e doenças, que possam afetar direta ou indiretamente o fruto ou o próprio umbigo (pseudofruto), daí resultando freqüentemente em elevadas quedas de frutos e acentuada diminuição da produção.

Esse acontecimento é mais acentuado na variedade Monte Parnaso, cujos frutos são de maturação tardia. Nessa variedade, dependendo do ano, podem cair mais de 60% dos frutos, após a queda natural, nos meses de dezembro,

janeiro ou fevereiro. Na tabela 4 pode-se verificar que tratamentos com 15 ppm de 2,4-D, feitos em meados de novembro, após a queda natural, diminuiram significativamente a abscisão de frutos desde a queda natural até meados de fevereiro (Koller et al., 1997).

Tabela 4. Efeito de fitorreguladores e da anelagem da casca de ramos sobre a abscisão de laranjas verdes na variedade 'Monte Parnaso', de dezembro a 12 de fevereiro (Koller et al., 1997).

Tratamentos	Queda de frutos %
1. Testemunha	39,22 ab
2. 5 ppm de AG3 + 15 ppm 2,4-D final floração	24,02 cd
3. Anelamento da casca 10 dias após floração	35,88 abc
4. Anelamento da casca após queda natural de frutinhas	28,91 bcd
5. 15 ppm de 2,4-D após queda natural de frutinhas	14,39 d
6. 2 aplicações c/ ox. cobre + 1% óleo mineral após queda natural	44,89 a
7. 2 aplicações de tebuconazole + óleo mineral após a queda natural	40,7 ab
8. Tratamentos n. 4 + 5 + 6 + 7	22,92 cd

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferiram entre si (Duncan 5%).

Em 46 experimentos realizados desde 1946 a 1950, Stewart et al. (1951) verificaram que pulverizações com 8 a 16 ppm de 2,4-D controlaram satisfatoriamente a queda de frutos maduros em laranjeiras 'Washington Navel' ('Bahia'). Os tratamentos foram bem sucedidos quando realizados desde o início do outono até o começo da primavera.

Na Califórnia, segundo Coggins Jr. (1996), pulverizações com 2,4-D são comumente realizadas para reduzir a queda de frutos maduros. Elas devem ser feitas antes do início da queda. Para laranjeiras de umbigo, as pulverizações podem ser realizadas desde outubro a dezembro (que corresponde ao período que se estende desde maio a julho no hemisfério sul).

Em pomares em que é necessário fazer tratamentos com 1,5%, ou mais, de óleos minerais emulsionáveis, para controlar ataques de cochonilhas no verão, a queda de folhas

e frutos, resultante da fitotoxicidade de altas doses de óleo mineral, pode ser diminuída ou neutralizada pela adição de 5 a 15 ppm de 2,4-D (Wessels & Holtzhausen, 1984; Koller et al. 1997).

Também existem variedades de citros cujos frutos são consumidos quando a casca ainda está verde. É o caso típico do "limão" 'Tahiti', que perde quase todo o valor comercial quando, ao amadurecer, a casca muda da coloração verde para o amarelo. Por outro lado, a casca de muitas frutas cítricas maduras pode entrar em senescência precoce, apresentando falhas na formação do albedo, formando estrias ("creasing"), ou depressões ("bufado") na casca (Agustí & Almela, 1991), que são mais comuns em tangerinas.

O retardamento da mudança de coloração da casca dos frutos pode ser conseguido pulverizando as plantas e os frutos, antes da mudança da coloração da casca, com AG_3 em concentrações de 2,5 a 10 ppm (Henning & Coggins Junior, 1989; Greenberg & Goldschmidt, 1989; Coggins, 1996).

Na Flórida, McDonald et al. (1997) conseguiram retardar a senescência da casca dos frutos, pulverizando pomeleiros com 49 ppm de AG_3 + 0,05% de surfactante Silwet, ou com 25 ppm de AG_3 + 0,1% de surfactante Silwet, em agosto ou setembro (hemisfério norte), um pouco antes da mudança da coloração da casca.

Em São Paulo, a pulverização de tangerineiras Ponkan, por ocasião da mudança de coloração dos frutos, com 15 ppm de AG_3 e 5 a 15 ppm de Fengib (MCPA-thioethyl), mistura de ácido giberélico e fenothiol, aumentou a retenção de frutos e manteve a firmeza da casca dos frutos por 60 a 90 dias além das plantas testemunhas; a casca dos frutos apresentou coloração que variou de 20 a 50% de amarelo (Donadio & Barbieri, 1995).

Também no Estado de São Paulo, pulverizações com 30 ppm de ácido giberélico e/ou 0,1% de benomyl, feitas

em setembro, aumentaram significativamente a retenção de frutos em laranjeiras 'Natal'.

As pulverizações devem ser bem feitas, para atingir todas as partes produtivas da copa. O 2,4-D deve ser aplicado preferentemente um pouco antes do início da queda de frutos; entretanto, para evitar efeitos indesejáveis, deve-se evitar aplicá-lo no início da brotação primaveril. Em laranjeiras 'Valência' ele pode ser usado na primavera, para evitar a queda de frutos, ou pode ser pulverizado com o duplo propósito de controlar a queda de frutos maduros e aumentar o tamanho dos frutos da nova safra Coggins Junior (1996).

Portanto, a mudança da coloração da casca em lima ácida 'Tahiti' pode ser retardada, pulverizando as plantas, alguns dias antes do início da mudança da cor, com 10 a 20ppm de ácido giberélico. A senescência da casca e a queda dos frutos maduros podem ser retardadas em dois ou três meses, pulverizando as árvores, logo após a mudança de coloração da casca dos frutos, com aproximadamente 10 ppm de AG_3 + 15 ppm de 2,4-D (Agustí & Almela, 1991). Adicionando surfactantes como o Silwet L-77, as doses de AG_3 podem ser reduzidas a menos da metade (Hennings & Coggins Junior, 1989), como pode ser observado na figura 4. Contudo, é necessário adotar cuidados no uso de surfactantes, porque foi observado, em pomelos, na Califórnia, que alguns surfactantes como o Triton B-1956 interagem com o AG_3 , podendo causar manchas na casca (Coggins et al., 1989). Porém Greenberg & Goldschmidt (1989) não perceberam esse efeito negativo em Israel.

Greenberg & Goldschmidt (1989) relataram que a elevação da temperatura, de 5 a 35°C, e a acidificação da solução também aumentam a absorção do ácido giberélico, tanto assim que em pH 4 a concentração de 2 ppm de ácido giberélico foi suficiente para retardar o desverdecimento da casca de tangerinas.

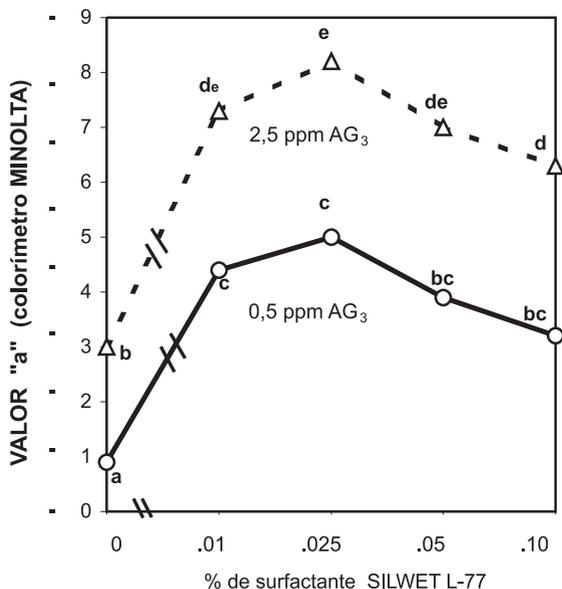


Figura 4. Efeito do surfactante Silwet L-77, em diferentes concentrações, sobre a retenção da clorofila provocada pelo AG₃ nas concentrações de 0,5 e 2,5 ppm (Guardiola, 1994).

5. CONTROLE DAS BROTAÇÕES E DO CRESCIMENTO DAS ÁRVORES

A brotação abundante e o crescimento das árvores requerem o consumo de nutrientes e substâncias de reserva, em detrimento de frutificações abundantes. Além disso, árvores muito altas dificultam a colheita dos frutos e a realização de alguns tratos culturais, como podas, raleio de frutos e pulverizações. Em função disso, em muitos países se estuda a possibilidade do uso de fitorreguladores para diminuir a brotação e o crescimento de plantas cítricas.

Numa revisão sobre o uso de fitorreguladores para diminuir o crescimento de plantas cítricas, Monselise & Goren (1984) constataram que não havia boas perspectivas de

controlar o tamanho das árvores com produtos químicos, porque a maioria dos fitorreguladores testados e que exerciam algum efeito causavam excessivos danos às folhas, às brotações, às flores e aos frutos. Uma exceção foi o Paclobutrazol, que, aplicado uma só vez, em tangelo 'Mineola', um pouco antes do início do fluxo de brotação do verão, nas concentrações de 500 e 1.000 ppm, diminuiu o número de brotações e o comprimento total delas em 39 a 45%, reduzindo a distância entre os nós, sem causar danos às folhas, ou qualquer outro efeito indesejável. Segundo os referidos pesquisadores, a melhor maneira de controlar o crescimento vegetativo nos citros era retardando o crescimento da brotação do verão, cujos ramos são mais longos e não florescem na primavera seguinte; entretanto, pulverizações com retardantes, como o Paclobutrazol, devem ser feitas no momento crítico apropriado, para que exerçam o efeito esperado.

Mais recentemente, verificou-se que pulverizações de laranjeiras de umbigo com 1.500 ppm de Cycocel (chlormequat) diminuiriam significativamente o crescimento das brotações vegetativas e aumentaram a produção e a qualidade dos frutos (El-Sabrou, 1996), ao passo que a pulverização de limoeiros no inverno, com 2.000 ppm de Alar (dominozide), ou 2.000 ppm de chlormequat, diminuiu o comprimento das brotações e o crescimento das plantas (Thukral, 1996).

6. COLHEITA QUÍMICA DE FRUTOS

Em alguns países, como nos Estados Unidos, onde o valor da mão-de-obra é alto, o custo da colheita manual de frutos é o item mais elevado no custo de produção de frutas cítricas. Por isso, lá se desenvolvem muitos estudos para diminuir o custo da colheita, através de processos mecânicos, químicos ou mistos.

Os processos de colheita química se fundamentam na pulverização de árvores e frutos com fitorreguladores, cuja ação se contrapõe à dos fatores de juvenilidade, principalmente auxinas, que aumentam a retenção dos frutos nos pedúnculos, dificultando a abscisão.

Para serem eficazes, os fitorreguladores apropriados para colheitas químicas devem ser à base de etileno ou produzir etileno após sua aplicação na planta e nos frutos, porque o etileno exógeno ou endógeno é o fitorregulador que promove a síntese da enzima celulase, a qual atua na degradação da parede das células que ligam o fruto ao pedúnculo, promovendo a abscisão (Biggs, 1971).

Geralmente a colheita química é associada, ou complementada, com métodos mecânicos. Assim, decorrido o tempo necessário para que o fitorregulador aplicado atue, diminuindo a força de retenção do fruto, máquinas equipadas com vibradores sacodem os ramos, ou impulsionam jatos de ar comprimido ou de água, provocando a queda dos frutos, que são aparados com lonas, mecanicamente distendidas sob a copa, ou os frutos caem no solo, de onde são recolhidos mecanicamente.

Wilson & Coppock (1975) citam a ciclohexamida (CHI ou ACTI-AID) e o etefon (Ethrel) como os fitorreguladores mais recomendados.

A ciclohexamida exerce bom efeito em laranjas precoces ou de meia-estação, destinadas à indústria. Não atua satisfatoriamente em variedades tardias, como a 'Valência', e pode causar lesões "pitting" na casca de frutos destinados ao consumo fresco. Em pulverizações de alto volume, a ciclohexamida deve ser usada na dose de 10 a 20 ppm. Seu uso não é recomendado durante a fase de brotação, até 6 semanas após o florescimento, porque nesse período provoca graves problemas fitotóxicos. A ciclohexamida também tem sido usada com sucesso em pulverizações com helicóptero, a baixo volume, em dosagens de 200 a 400 ppm.

O etefon, na concentração de 250 ppm, se mostrou muito promissor para diminuir a força de retenção em frutos destinados ao consumo fresco, principalmente tangerinas, cuja coloração da casca se intensifica após o tratamento, e os frutos podem ser colhidos manualmente, mantendo o cálice, sem rompimento da casca, dispensando o oneroso corte manual do pedúnculo. Entretanto o etefon também não deve ser aplicado durante a fase de florescimento e brotação primaveril, podendo, nessa época, causar excessivo desfolhamento das plantas.

Dentre os inconvenientes do uso de fitorreguladores para a colheita química de frutos podem ser relacionados: a) os custos relativamente altos dos produtos e de sua aplicação podem não ser vantajosos; b) podem ocorrer severas perdas, por queda de frutos, quando a colheita ou o recolhimento deles não for possível, em tempo hábil, por diversos motivos, dentre os quais se destacam a ocorrência de chuvas depois da aplicação do fitorregulador, impedindo a colheita nos dois ou três dias seguintes, durante os quais ocorre a abscisão; c) possibilidade de causar efeitos fitotóxicos nas árvores e danos na casca dos frutos, principalmente naqueles destinados ao consumo fresco.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de fitorreguladores ainda é incipiente na citricultura brasileira, cujo maior volume de frutos é destinado às indústrias produtoras de sucos. Em outros países, como Espanha, Israel, Estados Unidos (Califórnia) e Uruguai, que produzem frutos principalmente para consumo fresco e onde o custo da mão-de-obra é elevado, a aplicação de fitorreguladores já é feita convencionalmente.

Os fitorreguladores, entretanto, não devem ser usados indiscriminadamente no Brasil, simplesmente porque eles

são aplicados tradicionalmente em outros países. Antes de tudo, deve ser verificado se existem reais vantagens, para o citricultor, em utilizá-los.

Com exceção do 2,4-D, o custo dos demais fitorreguladores, em geral, é alto, sendo que sua aplicação, no pomar, também envolve despesas, e, às vezes, os fitorreguladores exercem efeitos fitotóxicos, podendo diminuir a produtividade das plantas. Assim sendo, as despesas devem ser menores do que os aumentos de produtividade, ou do valor comercial dos frutos, em função do uso de fitorreguladores.

Devido às diferenças regionais, no Brasil o uso de um fitorregulador pode ser vantajoso numa região e inconveniente noutra, dependendo de vários fatores, dentre os quais se destacam: o custo da aplicação de fitorreguladores; o custo regional da mão-de-obra; o clima; a espécie e a variedade cultivada (laranjas comuns, laranjas de umbigo, tangerinas, limões, ...) e o destino da fruta (indústria, fruta fresca, mercado interno, exportação).

No Brasil, se o custo da mão-de-obra aumentar muito, poderá se tornar vantajosa a utilização de fitorreguladores que reduzam o trabalho manual na colheita, principalmente no Estado de São Paulo, para laranjas destinadas às indústrias de suco; dependendo de pesquisas, também poderão ser utilizados fitorreguladores para facilitar a colheita de tangerinas. O uso de 2,4-D, AG₃ e anelamento da casca, para aumentar a produtividade e retardar a época da colheita de laranjas de umbigo, já é bastante promissor. Para tangerinas, principalmente mexericas e, se mais tarde forem cultivadas variedades sem sementes, como as Clementinas, dependendo de pesquisas, poderá ser lucrativo o uso do anelamento da casca de ramos, podas e/ou fitorreguladores que promovam o incremento do tamanho dos frutos, aumentando a proporção de frutos de maior tamanho, mais aceitos pelo mercado e que atingem melhor preço. A aplicação de AG₃, para manter a coloração verde de lima

ácida 'Tahiti' e/ou de 2,4-D para evitar a queda e retardar a colheita, também pode proporcionar vantagens econômicas ao citricultor.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUSTÍ, M., ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Aedos Editorial, 1991. 169p.
- BECERRA, S., GUARDIOLA, J.L. Inter-relationship between flowering and fruiting in sweet orange, cultivar Navelina. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1984, São Paulo. **Proceedings...** Piracicaba: **International Society of Citriculture**, 1984. v.1, p.190-194.
- BIGGS, R.H. Citrus abscission. **HortScience**, Alexandria, v.6 n.4, p.388-392, 1971.
- COGGINS JUNIOR, C.W. UC IPM Pest Managements Guidelines: Citrus. Riverside. **Botany and Plant Sciences**-University of California. 1996. (INTERNET).
- COGGINS JUNIOR, C.W., HENNING, G.L. Grapefruit rind blemish caused by interaction of Gibberellic Acid and wetting agents. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS MIDDLE EAST, 6, 1988, Tel Aviv. **Proceedings...** Tel Aviv: International Society of Citriculture, 1989. v.1, p.333-339.
- DONADIO, L.C., BARBIERI, J. Harvesting control of citrus fruit with Fengib. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 1995, Santa Marta. **Proceedings...** Santa Marta: Interamerican Society for Tropical Horticulture, 1995. v.39, p.100-102.
- EL-SABROUT, M.B. Effect of some growth retardants on the physiological and biochemical aspects in Washington Navel orange trees. **Alexandria Journal of Agricultural Research**, Alexandria, v.41, 0 3, p.257-273. 1996.

- GALLASCH, P.T. Practical aspects of the use of ethephon to control alternate cropping of Valencia orange. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS. 1984. São Paulo **Proceedings**... Piracicaba: International Society of Citriculture, 1984. v.1, p.285-289.
- GALLASCH, P.T. Chemical Thinning of Heavy Crops of mandarins to increase fruit size. In: SIXTH INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS MIDDLE EAST, 6, 1988. Tel Aviv. **Proceedings**... Tel Aviv: International Society of Citriculture, 1989. v.1, p.395-407.
- GREENBERG, J., ESHEL, G., GOTFRIED, A., MILLES, I., ABUDEE, Z., RULF, R., BAUM, j. Increasing fruit size of 'Star Ruby' red grapefruit by auxins NAA and 2,4-DP. **Alon Hanotea**, Tel Aviv, v.49, n.12, p.580, 582-584, 1995.
- GREENBERG, J., GOLDSCHMIDT, E.E. The effectiveness of GA₃ application to Citrus Fruit. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS MIDDLE EAST, 6, 1988, Tel Aviv. **Proceedings**... Tel Aviv: International Society of Citriculture, 1989. v.1, p.339-343.
- GUARDIOLA, J.L. Factors limiting productivity in Citrus. A physiological approach. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS MEADDLE EAST, 6, 1988. Tel Aviv. **Proceedings**... Tel Aviv: International Society of Citriculture. 1989. v.1, p.381- 395.
- GUARDIOLA, J.L. Utilização de reguladores de crescimento em citricultura. **Laranja**, Cordeirópolis, v.15, n.2, p. 155-177. 1994.
- HENNING, G. L., COGGINS JUNIOR, C. W. Bioassay used to determine the impact of surfactants on the biological effectiveness of exogenous Gibberellic acid. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS MIDDLE EAST, 6, 1988, Tel Aviv. **Proceedings**... Tel Aviv: International Society of Citriculture, 1989. v.1, p.332.

- HOFMAN, P.J. Abscisic Acid and Gibberellins in the fruitlets and leaves of the 'Valencia' orange in relation to fruit growth and retention. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS MEADLE EAST, 6, 1988. Tel Aviv. **Proceedings...** Tel Aviv: International Society of Citriculture, v. 1, p. 355-363, 1989.
- KOLLER, O.C., SCHÄFER, G., SARTORI, I.A., DE LIMA, J.G. Efeito da anelagem, fitorreguladores e fungicidas sobre a fixação de frutos na laranjeira 'Monte Parnaso'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v, 19, 1997. (Em fase de publicação).
- LENZ, F. Flower and fruit development in Valencia Late orange as affected by type of inflorescence and nutritional status. **Horticultural research**, Amsterdam, v.84, p.141-146. 1966.
- MARODIN, G.A.B., KOLLER, O.C., MANICA, I., BARROS, I.B.I. DE, SCHWARZ, S.F. Uso de reguladores de crescimento e raleio manual de frutos em tangerineira (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, 1986, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1986. v.1, p.207-214.
- McDONALD, R.E., GREENY, P.D., SHAW, P.E., McCOLLUM, T.G. Preharvest applications of gibberellic acid delay senescence of Florida grapefruit. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.72, n.3, p.461-468, 1997.
- MILLER, J.E., HOFMAN, P.J. Physiology and nutrition of citrus fruit growth, with special reference to the 'Valencia': a mini-review. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS MIDDLE EAST, 6, 1988. Tel Aviv. **Proceedings...** Tel Aviv: International Society of Citriculture, 1989. v.1, p.503-511.
- MONSELISE, S.P., GOREN, R. Control of citrus tree size by growth regulators - past attempts and a recent breakthrough. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1984, São Paulo. **Proceedings...** Piracicaba: Internacional Society of Citriculture, 1984. v.1, p.271-275.

- NIENOW, A.A., KOLLER, O.C., SCHWARZ, S.F., MARODIN, G.A.B., RIBOLDI, J. Efeito de intensidades e épocas de raleio manual de frutos sobre a alternância de produção de tangerineiras Montenegrina (*Citrus sinensis* Tenore). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 123-130. 1991.
- SCHWARZ, S.F., KOLLER, O.C. Características de três safras da tangerineira 'Montenegrina' após raleio manual de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13 n.1, p. 41-47. 1991.
- SHAOLAN, H., LIE, D., YIQIN, I., XUEHAI, Z. Effects of floral promotion and amino acid metabolism during flower induction of Citrus plants. *Journal of Southwest Agriculture University*. Chongqing, v. 17, nº 6, p. 501-505. 1995.
- SHENGGEN, D. The key cultural techniques for large fruit, high quality and high production of Hamlin orange. **South China Fruits**. v.25, n.2, p. 18-19. 1996.
- STEWART, W.S. , KLOTZ, L.J., HIELD. H.Z. Effects of 2,4-D and related substances on fruit-drop, yield, size, and quality of Washington Navel oranges. **Hilgardia**. v. 21, nº 7, p 161-194. 1951.
- SWIETLICK, D., FUCIK, J.E. Response of field-grown grapefruit trees to XE 1019 and paclobutrazol. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS MIDDLE EAST, 6, 1988. Tel Aviv. **Proceedings...** Tel Aviv: International Society of Citriculture, 1989. v.2, p.941-947.
- THUKRAL, B.R., SINGH, R., MISRA, K.K., JAISWAL, H.R. Effect of growth regulators on the dynamics of shoot and fruit growth in lemons (*Citrus limon* Borm.). **Recent Horticulture**. v.3, nº 1, p. 27-31.1996.
- WESSELS, A.B., HOLTZHAUSEN, L.C. 2,4-D isopril-ester counteract negative influences of a summer oil treatment in navels. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1984, São Paulo. **Proceedings...** Piracicaba: International Society of Citriculture, 1984. v.1, p.281-285.
- WILSON, W.C., COPPOCK, G.E. Citrus harvesting. In: **Citrus**. Basle: Ciba-Geigy, 1975. p.67-72.

TECNOLOGIA ESPANHOLA DE TRATAMENTO DE PÓS-COLHEITA DE CITROS: USO DE CERAS, DETERGENTES E FUNGICIDAS

Hélio Chimenti Junior¹

1. INTRODUÇÃO

Para avaliar a importância da realização adequada dos tratamentos de pós-colheita, deve-se lembrar que eles ajudam na preservação da qualidade e das características da fruta, aumentam o seu período de conservação e de vida útil, melhoram o controle de pragas e doenças que afetam a qualidade e a conservação e auxiliam na redução dos custos globais, com a diminuição das perdas. Mediante outras medidas operacionais e técnicas, também garantem a remuneração adequada ao produtor e ao comerciante, entre outros, com maior valorização do produto e maior eficiência geral, alcançando, assim, a satisfação do consumidor. Cabe lembrar que os tratamentos de pós-colheita não fazem milagre: a fruta tem de ser de boa qualidade.

Pode-se observar que, nos últimos trinta anos, o enfoque dos produtores, das empresas e dos órgãos de pesquisa sempre esteve dirigido para produção, manejo de pragas e doenças, ervas daninhas e nutrição das plantas. Toda a pesquisa está voltada para a produção de laranja para indústria. Como consequência, as frutas destinadas ao mercado tiveram uma perda de qualidade muito grande nesse período. São muitas as explicações para isso, como, por

¹ Aruá – Tecnologia de Pós-colheita e Tratamentos de Frutas.

exemplo, o mercado consumidor pouco exigente e fechado à entrada de frutas importadas e o baixo poder aquisitivo da população. Dessa forma, tudo isso contribuiu para que a fruta *in natura* chegasse ao quadro atual desalentador, com baixa remuneração para os produtores e *packing-houses* e, ainda, baixa qualidade das frutas.

2. AVALIAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE CÍTRICOS PARA O MERCADO *IN NATURA*

Estima-se que na safra 97/98 tenha se consumido, como fruta *in natura* ou suco resfriado, cem milhões de caixas de 40,8 kg, o que corresponde a 151 milhões de caixas de mercado (27 kg), as quais, vendidas em média por R\$ 5,00, equivalem a uma receita bruta de R\$ 750 milhões para o setor (aproximadamente US\$500 milhões).

Apesar de não haver estatística oficial a respeito das perdas de frutas, pode-se considerar que sua soma, causada por podridão nos armazéns e nas embalagens, redução de peso, danos sofridos nas embalagens e no manuseio de carga e descarga, deterioração da aparência e sabor, é de 10 a 20% do total produzido. Isso corresponde a um valor entre R\$ 75 milhões e R\$150 milhões por ano de prejuízo (US\$ 50 a 100 milhões/ano).

Nos últimos trinta anos, o brasileiro perdeu o hábito de fazer as contas dos custos. O resultado é que, atualmente, não se conhecem esses valores e, portanto, não se sabe que decisão tomar para o mercado continuar vivo e competitivo.

Em geral, os custos de operação nos "*packing-houses*", com tratamento, mão-de-obra e perdas, entre outros, são muito altos, e não se está fazendo nada para reduzi-los.

3. AVALIAÇÃO SOBRE PÓS-COLHEITA NO BRASIL

Nas últimas três décadas, observou-se a estagnação da tecnologia aplicada na pós-colheita no Brasil. As máquinas e os processos não evoluíram. O que mais se observam são problemas relacionados ao excesso de escovas nas máquinas de beneficiamento (até 300), que danificam a casca da fruta. Como consequência, aumentam as taxas de evaporação e perda de peso, além de facilitar a entrada de doenças. Dessa maneira, a vida útil da fruta é reduzida para três a sete dias, incluindo o período na residência do consumidor, mostrando também baixa qualidade na apresentação, com frutas sujas ou mal lavadas, pouco brilho e podridões.

Outra questão que deve ser avaliada nos *packing houses* é o elevado gasto com energia elétrica, pelo excesso de máquinas e motores e com pessoal e horas extras, baixa eficiência das máquinas e qualidade dos serviços executados, rendimento inadequado por serem compridas e estreitas, classificadores pequenos e limitados, exigindo vários deles para atender à produção horária, geração de muita poeira que suja máquinas, paredes, pisos e coberturas, e manutenção de frutas podres perto de frutas sadias, aumentando o potencial de contaminação. Os *packing houses* processam um volume de fruta maior do que a capacidade das máquinas.

Além desses problemas, há dificuldades para a melhoria da tecnologia aplicada na pós-colheita, como a falta de recursos financeiros dos produtores para as reformas e os investimentos necessários; falta de mentalidade do produtor para aceitar as novas tecnologias, pois muitos acham que não compensam, ou que a laranja não suporta receber mais custos, falta de visão da cadeia de comercialização e do consumidor para os benefícios da fruta com qualidade, falta

de divulgação e de acesso às novas tecnologias mundiais, falta de técnicos especializados e pouca pesquisa nessa área no Brasil.

4. PERSPECTIVAS PARA A PÓS-COLHEITA DE CITROS NO BRASIL

A situação está mudando e para melhor com a vinda, para o Brasil, de empresas espanholas que atuam na área de pós-colheita com ceras, detergentes, fungicidas e máquinas para “*packing-houses*”.

Os grandes produtores de citros de São Paulo já importaram suas máquinas da Espanha e hoje utilizam-nas para processar as frutas destinadas ao mercado *in natura*. Além deles, os médios e pequenos produtores começam a se modernizar para acompanhar essa tendência, que será a predominante nos próximos anos.

Alguns conceitos novos sobre o tratamento de frutas para o mercado *in natura* começam a ser difundidos. A fruta que recebe o tratamento com detergentes, ceras e fungicidas fica com a aparência muito melhor do que a não tratada. Deve-se ter em mente que a fruta tratada “se paga”, o tratamento não é custo adicional, é um investimento para vender melhor e proteger a fruta. Laranjas, limões e tangerinas podem e devem ter um tratamento completo para serem mais valorizados. Nas condições de clima tropical do Brasil, o tratamento com cera e fungicidas é fundamental para proteger a fruta e conservá-la por mais tempo. O consumidor reconhece a boa fruta e volta a comprá-la. Nos Estados Unidos, as pesquisas indicam que 70% das donas de casa compram frutas nos supermercados por impulso. Só se vende fruta bem apresentada e bonita.

5. TÉCNICA ESPANHOLA DE TRATA-MENTO DE PÓS-COLHEITA DE CITROS

A principal mudança no conceito de tratamento de fruta é que passamos a olhar para as frutas como algo que ainda está vivo e, portanto, respirando, transpirando, metabolizando ainda várias substâncias e precisando de muitos cuidados para evitar pancadas, fermentos, cortes, abrasões, aquecimento e outras situações que aceleram o envelhecimento e o apodrecimento. Tudo o que o produtor fizer para proteger melhor a sua fruta na pós-colheita, ela responderá com maior vida útil, beleza e preço.

A Espanha, pela característica de seus *"packing-houses"*, evolução das técnicas de tratamento de pós-colheita e a sua grande experiência como maior exportadora mundial de frutas de alta qualidade, principalmente os cítricos, é o modelo ideal para o Brasil.

Uma das grandes vantagens destas novas técnicas é a possibilidade de serem implantadas por etapas, facilitando o investimento.

a) Procedimentos na colheita e transporte até o *"Packing-House"*

As frutas devem ser cortadas com tesouras de pontas arredondadas e colocadas suavemente nas caixas plásticas. O carregamento do caminhão deve evitar pancadas, batidas e choques nas frutas. O transporte até o *"packing-house"* deve ser em caminhão fechado com um teto de lona ou outro material que reflita o calor, com uma distância mínima de 30 cm da última caixa de frutas.

b) Tratamento da fruta

Ao chegar ao *"packing-house"*, as caixas de frutas podem receber um primeiro banho com fungicidas (Tecto ou Magnate) para pós-colheita num túnel denominado

DRENCHER. Com esse tratamento, a fruta pode aguardar 1 a 2 dias até ser processada.

A linha de tratamento, que é o nome dado às máquinas que vão lavar, encerar e classificar, deve ser composta primeiramente por uma balsa, que é um tanque de água em que a fruta é lavada com água e cloro, para retirar a sujeira mais grossa.

Em seguida, a fruta entra na lavadora, onde receberá detergentes neutros com ou sem Orto-Fenil-Fenol, para ficar ensaboada. Depois, ela deve ser muito bem enxaguada, para retirar todo o resíduo de detergente. A mudança de aparência é muito grande na fruta lavada com detergente. Quando ela estiver um pouco seca, a fruta pode receber o primeiro tratamento com fungicida para pós-colheita (Tecto-600 ou Magnate-500 – Imazalil) através de pulverização, com um volume de calda de 2 a 4 litros por tonelada de fruta, nas doses de 420g de Tecto-600/100 L de água e 200mL de Magnate-500/100 L de água.

A fruta deve passar por um túnel de secagem com ar quente e roletes lisos antes de chegar no local de aplicação de cera. Aqui a fruta deve estar bem seca, para potencializar os benefícios da cera.

A cera pode ser aplicada sozinha ou com os fungicidas de pós-colheita (Tecto-600 ou Magnate-500), através de pulverização, e a quantidade de cera é de 1,0 a 1,5 L por tonelada de fruta tratada. Com essa dose, a fruta ficará bem protegida contra a desidratação e terá um ótimo brilho por mais tempo. As concentrações dos fungicidas aplicados através da cera é de 5.000 ppm para o Tecto-600, o que representa 1,67 kg de Tecto-600 por tambor de cera de 200 L, ou 2.000 ppm do Magnate-500, o que representa 800mL de Magnate-500 por tambor de 200 L de cera.

Após a aplicação da cera, a fruta deve passar por um túnel de secagem apropriado e com potência compatível com a quantidade de fruta tratada, para secar bem a fruta antes dela ser embalada.

A importância e as finalidades da aplicação da cera nas frutas podem ser melhor compreendidas pelos benefícios de redução da perda de peso da fruta pela transpiração, redução da perda de qualidade do sabor e aparência; redução das taxas de respiração sem afetar o equilíbrio de CO₂ e O₂ dentro da fruta; aumento da proteção contra ataques de fungos; aumento do brilho e aumento do período de conservação da fruta. O fungicida Magnate recentemente registrado no Brasil tem sido um aliado muito importante no controle das principais doenças de pós-colheita.

Além dos tratamentos mencionados, as instalações do *"packing-house"* e os equipamentos devem ser lavados diariamente, se houver muita sujeira, ou, ao menos, semanalmente.

Com isso, reduzimos o potencial de inóculo dos fungos presentes e aumentamos a possibilidade de sucesso dos tratamentos.

Felizmente, estamos observando uma mudança rápida nos conceitos dos produtores, comerciantes, supermercados e consumidores. A cadeia que vai da produção ao consumidor está começando a valorizar o produto melhor apresentado e que tem uma vida útil mais longa, e com isso a demanda por tecnologia está levando todos para uma melhoria da qualidade da fruta, não só cítricas, mas todas, em geral.

Atualmente, órgãos da pesquisa ou de ensino, como o ITAL, o Centro de Citricultura Sylvio Moreira, a ESALQ, a Faculdade de Agronomia de Botucatu, entre outros, começam a desenvolver estudos e pesquisas sobre a tecnologia de pós-colheita de citros. Além disso, simpósios, congressos e encontros têm sido organizados para discutir esse tema tão importante para todos os setores e pessoas que trabalham com frutos de mesa, e que é o reflexo do interesse e da importância do assunto para a citricultura brasileira.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLEINROTH, E.W. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, 1988 (Manual Técnico).
- CARRARO, A.F., CUNHA, M.M. **Manual de exportação de frutas-FRUPEX**. San Jose: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, MAARA, SDR, 1994.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990.
- COELHO, Y.S. **Lima ácida 'Tahiti' para exportação: aspectos técnicos da Produção**. MAARA, SDR, FRUPEX, Embrapa – SPI, 1993.
- GAYET, J.P. **Fruta a fruta – Limão Tahiti**. IBRAF, 1995.

EMBALAGENS PARA FRUTAS

Mauricio Rossi Bordin¹

1. INTRODUÇÃO

A etapa de embalagem de frutas e hortaliças é uma das mais importantes em todo o longo e complexo caminho percorrido entre o produtor e o consumidor final. A variedade de embalagens utilizadas na colheita, no manuseio, no processamento, no transporte e na comercialização desses produtos é muito grande. Levantamento recente feito nos Estados Unidos mostrou a existência de 1.500 tipos diferentes de embalagens sendo utilizadas, sendo esse um número crescente, uma vez que a indústria introduz novos materiais e novos conceitos.

Além disso, as embalagens e as operações relacionadas possuem um custo considerável dentro do sistema. Assim, torna-se importante a sua correta especificação e utilização, visando aproveitar ao máximo os benefícios pelos quais estamos pagando.

A definição clássica diz que a embalagem é um dispositivo destinado a conter, proteger e vender um determinado produto. A função de contenção visa agrupar unidades de modo a tornar mais conveniente e eficaz o manuseio e a distribuição dos produtos. Os produtos devem ocupar todo o interior da embalagem, para que não haja desperdício de espaço de transporte e/ou armazenamento. A função de proteção está relacionada à capacidade da embalagem de suportar e proteger seu conteúdo das adversidades encontradas nos meios de distribuição. Dentre

¹ Centro de Tecnologia de Embalagens - CETEA/ITAL
Av. Brasil, 2880 - CEP 13073-001 - Campinas - SP

os fenômenos encontrados durante a distribuição e comercialização dos produtos agrícolas podem-se citar:

- Manuseio severo durante as operações de carga e descarga;
- Compressão das caixas colocadas sobre as camadas inferiores;
- Impactos e vibrações durante o transporte;
- Perda de umidade para o ambiente;
- Presença de etileno;
- Odores de outro produtos ou resíduos.

Finalmente, a função vendedora da embalagem é muito pouco utilizada no Brasil, uma vez que devido ao tipo de comercialização empregada dificilmente se associa um determinado produto agrícola à sua "marca". Essa característica é muito utilizada em países da Europa e Estados Unidos, com as embalagens indo diretamente aos pontos de venda, agregando assim a marca da empresa produtora aos produtos.

A Portaria nº 127 do Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, de 04 de outubro de 1991, estabelece as normas de utilização de embalagens para produtos agrícolas no Brasil. Porém essa portaria estabelece apenas as dimensões internas de cada embalagem, dando margem a discrepâncias muito grandes quanto a sua capacidade, qualidade, desempenho, aparência, etc.

2. VIBRAÇÃO, IMPACTO E COMPRESSÃO: UM LONGO CAMINHO A PERCORRER

Desde o instante em que são colhidos até o momento de ser preparados ou consumidos, os produtos hortícolas sofrem uma série de efeitos essencialmente mecânicos que, dependendo da sensibilidade do produto, poderão causar

danos que comprometerão a qualidade final do mesmo. Estudos mostram que, dependendo do produto, as perdas de produtos hortícolas por causas mecânicas podem chegar a 20-25% do total.

Basicamente, o manuseio, a vibração, o impacto e a compressão irão causar ferimentos e/ou amassamentos superficiais que levarão à deterioração do vegetal ou facilitarão o desenvolvimento de doenças.

a) Vibração

Vibrações são movimentos oscilatórios ao redor de um determinado ponto de referência e estão presentes em praticamente todos os sistemas mecânicos, incluindo-se aí os meios de transporte (carretas tracionadas, caminhões, veículos leves, trens, aviões, navios, etc.) e esteiras utilizadas na movimentação local.

Todos os sistemas mecânicos possuem um parâmetro conhecido como frequência natural ou de ressonância. Essa frequência de ressonância se caracteriza pelo fato de que pequenas amplitudes de excitação provocam movimentos vibratórios de grande intensidade sobre o sistema. Assim, uma pilha de caixas contendo um determinado produto é um sistema mecânico e possui uma frequência de ressonância característica. Se, durante o seu transporte, for aplicada a esse sistema uma frequência de vibração (excitação) igual a sua frequência natural, o resultado será uma movimentação intensa das caixas (uma em relação a outra) e dos frutos no interior. Será essa movimentação que fará com que se originem esforços de compressão entre os frutos bastante intensos, dando origem a regiões de amassamento e deterioração do fruto. Além disso, ocorre ainda o aparecimento de esforços de compressão entre os frutos e as paredes da embalagem, também originando danos.

Outro efeito da vibração está relacionado à movimentação tangencial entre os frutos, provocando um

efeito de “esfregamento” entre os frutos e entre os frutos e as paredes da embalagem. Isso pode muitas vezes causar danos à casca do vegetal, e novamente facilitar o aparecimento e o desenvolvimento de doenças.

b) Impactos

Os impactos são definidos como movimentos transitórios causados por uma súbita aceleração ou desaceleração de um corpo qualquer. Essa aceleração/desaceleração envolve grandes dissipações de energia, que provocam esforços de amassamento entre os frutos.

A manusear-se uma caixa de frutos, por exemplo, ela é jogada sobre a mesa de embalagem, sobre a superfície do palete, sobre a carroçaria do caminhão, sobre a esteira de transporte, sobre outras caixas; sofre “tapas” e impactos laterais para movimentação e arranjo da carga; sofre impactos laterais decorrentes de curvas, etc.

Além desses impactos, existem ainda os impactos característicos de cada meio de transporte, tais como buracos e lombadas em ruas e estradas, impactos contra as ondas do mar, impactos devido a aterrissagem de aviões, etc.

Todos esses esforços irão novamente provocar o amassamento dos frutos, facilitando o aparecimento e o desenvolvimento de doenças.

c) Compressão

Quando as embalagens de frutas são empilhadas dentro de um armazém ou de um caminhão, são originados esforços de compressão sobre as camadas inferiores da pilha, que podem chegar a algumas centenas de quilogramas. A grande maioria dos produtos hortícolas não consegue suportar uma carga dessa magnitude sem sofrer amassamentos. Assim, a embalagem deverá prover proteção suficiente, não deixando que esses esforços de compressão atinjam os frutos.

3. TIPOS E MATERIAIS DE EMBALAGEM

A escolha do tipo e do material a ser utilizado para embalagem de produtos hortícolas deve ser feita com base em necessidades do produto, método de embalagem, resistência, custo e disponibilidade. Além desses fatores, quando houver pré-resfriamento, a embalagem deverá levar em conta esse tratamento.

Via de regra, os produtos hortícolas são acondicionados em embalagens do tipo caixa, podendo ser observada uma grande variedade de materiais e formas. Produtos que sejam mais resistentes muitas vezes são acondicionados em embalagens tipo saco, novamente com grande variedade de tamanhos e materiais.

Usualmente, os principais materiais utilizados para embalagem de frutas e hortaliças são a madeira, os produtos celulósicos (papelão ondulado e cartão) e plásticos. A seguir serão apresentadas em detalhes as embalagens de cada um dos tipos acima.

a) Madeira

As embalagens de madeira são o tipo mais comumente utilizado no Brasil. Empregam madeiras de reflorestamento tais como pínus e eucalipto, embora seja comum a ocorrência de caixas confeccionadas em madeira nativa.

Essas caixas consistem geralmente em tábuas, que são pregadas ou grampeadas, formando assim a caixa. O processo de serragem da madeira para a obtenção de tábuas resulta em uma superfície bastante áspera, o que intensifica a ocorrência de danos mecânicos causados pela vibração. Os produtos são, geralmente, colocados diretamente no interior da caixa, embora para alguns produtos se utilizem papel, bandejas de polpa celulósica moldada e palha, numa tentativa de reduzir a ocorrência de danos mecânicos nos produtos.

As características mais importantes das caixas de madeira são a sua elevada resistência à compressão vertical e o seu baixo custo. Além do custo inicial ser relativamente baixo, quando se trata de mercado interno as caixas de madeira são, via de regra, revendidas e reutilizadas. Porém essas caixas reutilizadas não passam por processo de limpeza e desinfecção, resultando na contaminação dos produtos por doenças desenvolvidas em eventuais resíduos de cargas anteriores.

As madeiras utilizadas na confecção de caixas devem ser secas, para evitar o empenamento, o aparecimento de rachaduras e apresentar uma boa fixação de pregos e grampos. Além disso, madeiras com alto teor de umidade apresentam o desenvolvimento de fungos na sua superfície, que podem contaminar o produto contido. Deve também ser evitado o uso de tábuas com nós, por serem regiões extremamente duras, que podem vir a ferir o produto durante o seu manuseio.

Uma outra modalidade de caixa de madeira muito pouco utilizada no Brasil, porém com grande aceitação em outros países, é a caixa aramada. Essa caixa é confeccionada com madeira faqueada, processo no qual as tábuas são obtidas pelo corte de "fatias" de madeira, o que resulta em peças com melhores características superficiais. Essas tábuas são então unidas por arames, permitindo que quando vazias elas sejam transportadas e armazenadas desmontadas. A Figura 1 mostra um exemplo dessa caixa desmontada, bem como após sua montagem.

As caixas de madeira podem ser construídas deixando pequenas aberturas entre suas tábuas, facilitando assim a circulação de ar ao redor dos produtos, favorecendo a liberação dos gases da respiração, bem como permitir uma circulação mais rápida do ar frio de resfriamento.

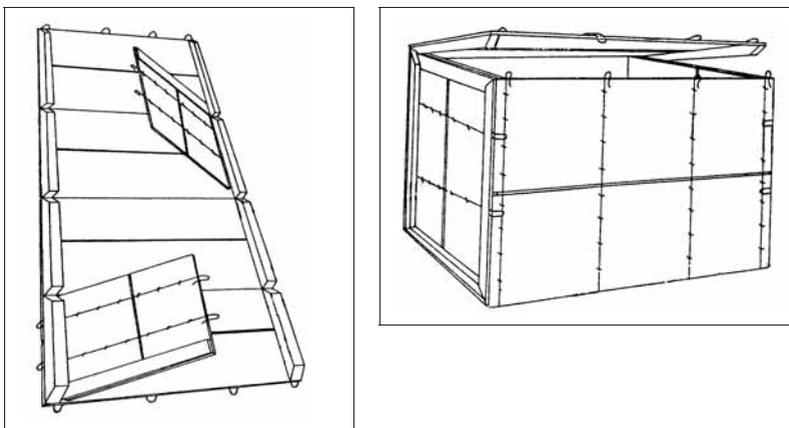


Figura 1. Exemplo de caixa de madeira aramada.

b) Papelão Ondulado

O papelão ondulado consiste em uma estrutura formada pela justaposição de elementos planos (capas) e elementos ondulados (miolo). As estruturas mais comumente utilizadas são formadas por duas capas e um miolo (parede simples) e por três capas e dois miolos (parede dupla). Embora haja estruturas com mais elementos, sua utilização não é usual.

A justaposição adequada de elementos, aparentemente sem muita resistência (folhas de papel), confere ao material uma resistência bastante elevada, o que permite construir embalagens com grande resistência à compressão vertical.

As caixas de papelão ondulado têm como característica uma superfície interna mais lisa que as caixas de madeira, o que minimiza a ocorrência de danos mecânicos aos frutos por abrasão durante o seu transporte. Além disso, por ser utilizada somente uma vez, a caixa não acumula resíduos de produtos anteriores, minimizando a contaminação dos produtos contidos por doenças que poderiam vir a se desenvolver nos resíduos.

O papelão ondulado apresenta ainda um pequeno acolchoamento e uma maior flexibilidade, o que auxilia na proteção do produto contra choques e impactos externos. Apesar disso, observa-se que caixas com desenho que proporcione uma flexibilidade excessiva podem ser prejudiciais, pois permitirão níveis bastante altos de movimentação dos produtos no interior da embalagem, ocasionando choques e impactos entre os frutos.

As caixas de papelão ondulado são fornecidas desmontadas, o que permite uma grande economia no transporte e nos espaços de armazenagem. Para a sua montagem no momento de utilização, as caixas de papelão ondulado podem se utilizar de cola, grampos metálicos, fita adesiva, ou ainda ter um desenho que permita a sua montagem por sistema de encaixe de lingüetas construídas para essa finalidade.

Existem muitas possibilidades de modelos de caixas de papelão ondulado, sendo que o modelo Normal (código ABNT/FEFCO 0201) proporciona os menores custos possíveis, tanto pelo menor consumo de material quanto pelo processo de fabricação mais simples. As caixas telescópicas, de custo mais elevado, são muitas vezes preferidas, pela possibilidade de abertura total da parte superior, permitindo uma melhor exposição do produto. As Figuras 2 a 5 mostram exemplos das caixas de papelão ondulado mais utilizadas para produtos hortícolas.

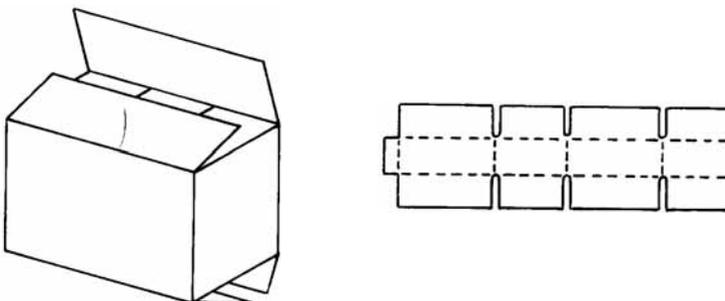


Figura 2. Exemplo de caixa normal (0201).

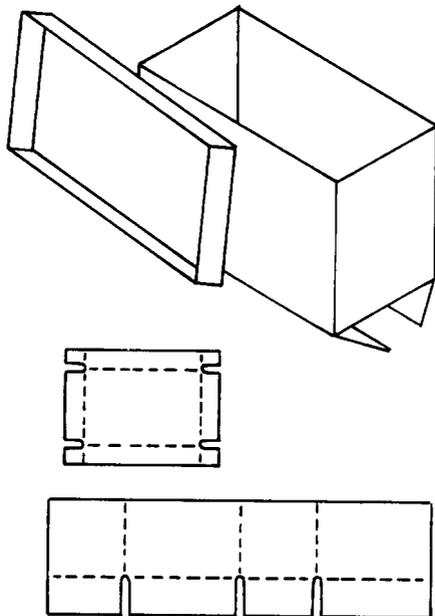


Figura 3. Exemplo de caixa fundo normal com tampa telescópica parcial.

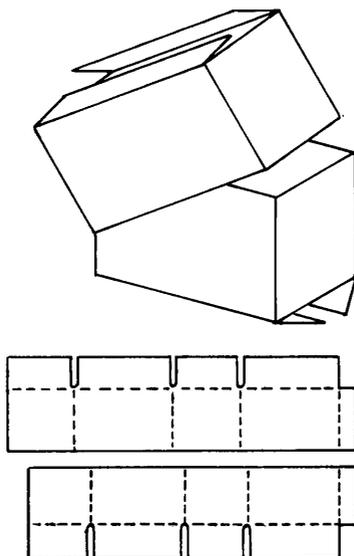


Figura 4. Exemplo de caixa telescópica total.

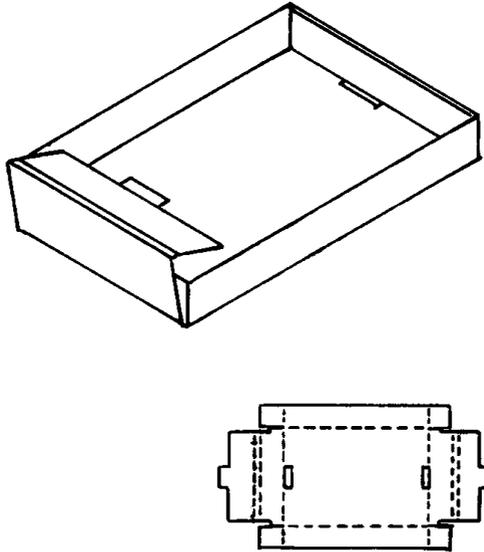


Figura 5. Exemplo de caixa de armar.

As caixas de papelão ondulado têm como principais desvantagens o custo mais elevado em relação à madeira e a perda de resistência quando expostas a condições de alta umidade. A questão do custo está intimamente ligada às escalas de produção envolvidas, o que leva a crer que a padronização de embalagens para alguns grupos de produtos levaria a uma redução gradativa de custo. Quanto à perda de resistência com a umidade, existe possibilidade de aplicação de tratamentos e recobrimentos ao papelão ondulado que permitem baixar a absorção de umidade pelo papelão, minimizando o problema da perda de resistência.

Outro aspecto característico da caixa de papelão ondulado é a necessidade de criar aberturas na sua superfície, para uma melhor troca gasosa com o ambiente externo e para uma maior eficiência da refrigeração do produto. Essas aberturas acabam por reduzir o desempenho da caixa, devendo assim ser cuidadosamente distribuídas, para não comprometer a sua resistência.

c) Plásticos

Os materiais plásticos estão presentes nas embalagens de produtos hortícolas na forma de caixas, bandejas, luvas protetoras, filmes, sacos, etc.

As caixas plásticas para o acondicionamento de produtos hortícolas são uma opção bastante interessante quando se trata de um sistema com retorno, já que o alto custo dessas embalagens não viabiliza sua utilização sem retorno. Essas caixas são feitas com ferramental (moldes) específico, de custo muito alto, o que acaba encarecendo as embalagens.

As principais características dessas embalagens são sua elevada resistência e durabilidade, podendo ser lavadas e higienizadas, evitando, assim, a contaminação do produto.

As caixas plásticas são encontradas em uma grande variedade de tamanhos e formatos, sendo que recentemente foram lançadas no mercado caixas “desmontáveis”, facilitando o seu armazenamento quando não estão sendo utilizadas.

d) Acessórios

Além das embalagens mencionadas acima, é encontrada ainda uma infinidade de acessórios que visam melhorar as condições de armazenagem e proteção dos produtos. São eles: bandejas divisórias com alojamento individual para cada fruto, podendo ser fabricadas em polpa de celulose moldada e chapas plásticas termoformadas; papéis para proteção individual dos frutos; luvas de espuma plástica para proteção contra choques; divisórias para melhor acomodação dos frutos, dentre outros. Ao optar-se por um ou outro sistema, levam-se em consideração as necessidades específicas do produto, o custo e as especificações do cliente.

4. PALETIZAÇÃO

Vários autores já demonstraram que quanto menor for o tamanho de uma embalagem maior é a probabilidade desta embalagem sofrer quedas. Além disso, quanto menor a embalagem, mais altas são as quedas sofridas. Quando caixas relativamente pequenas são paletizadas, formam um conjunto maior chamado de unidade de carga, cujo tamanho e peso obrigam a uma movimentação mecanizada. Isso reduz a exposição das embalagens às adversidades encontradas durante a distribuição.

Outra característica importante da paletização é a agilização das operações de carregamento e descarregamento, permitindo a otimização no uso dos meios de transporte.

Ao serem paletizadas, as embalagens são empilhadas sobre o palete, formando uma unidade. O tipo de empilhamento utilizado influencia enormemente na estabilidade do conjunto. Utilizam-se normalmente três modos de empilhamento: o empilhamento colunar, no qual as caixas são dispostas exatamente umas sobre as outras formando colunas; o empilhamento cruzado ou em amarração, onde as caixas retangulares são arranjadas umas sobre as outras de modo a se intertravarem. Este último proporciona uma maior estabilidade do conjunto, podendo suportar transporte de pequenas e médias distâncias sem necessidade de acessórios de amarração. Em contrapartida, o arranjo cruzado exige uma embalagem mais resistente, pois há um desalinhamento entre as regiões mais resistentes da caixa (cantos), apoiando-as sobre regiões menos resistentes (centro das paredes) das caixas inferiores. Isso leva ao uso do terceiro modo de empilhamento, que é o empilhamento misto. Nesta configuração, as camadas inferiores do palete, que são mais solicitadas quanto à compressão, são empilhadas de forma colunar, e as camadas

superiores são cruzadas, melhorando a estabilidade do conjunto.

O uso de empilhamento colunar obriga o uso de acessórios para aumentar a estabilidade do conjunto. O mais comum deles é o uso de fitas de arqueamento colocadas na posição horizontal em várias posições ao longo da altura do palete, impedindo que as colunas se separem durante a movimentação. Nesse caso, é muito importante o uso de cantoneiras, que podem ser de cartão, madeira prensada ("Duratex") ou material plástico, para a distribuição do esforço de arqueamento ao longo das caixas. Uma alternativa a esse sistema é o envolvimento da unidade de carga por uma rede de material plástico, que mantém o conjunto unido, evitando a sua desestabilização. Existem outros sistemas de aplicação de filmes esticáveis ("stretch film") e encolhíveis ("shrink film") que não se aplicam para produtos agrícolas devido ao impedimento da circulação de ar causado por esses sistemas.

Os paletes utilizados normalmente na distribuição de produtos agrícolas são de madeira, podendo ser descartáveis ou reutilizáveis. As medidas padronizadas pela Associação Brasileira dos Supermercados (ABRAS) e pela ABNT são 1.200x1.000mm, o que é compatível com a normatização internacional da ISO. Os paletes retornáveis são mais resistentes e construídos com madeiras de melhor qualidade, enquanto que os paletes descartáveis utilizam-se de madeiras inferiores e desenhos mais simples, visando um menor custo.

5. EMBALAGENS COM ATMOSFERA MODIFICADA

Os termos atmosfera modificada - AM e atmosfera controlada - AC têm sido usados com diferentes significados por autores diferentes. O termo AM refere-se ao

acondicionamento em que a atmosfera ao redor do produto gradualmente se altera com o decorrer da estocagem, devido à interação do gás com o produto e com a embalagem. Em alguns sistemas, a atmosfera é modificada inicialmente e, depois, com a estocagem, continuamente se altera devido ao metabolismo do produto e à permeabilidade da embalagem. Em outros sistemas, a relação entre a taxa de respiração do produto e a taxa de permeabilidade a gases da embalagem modifica passivamente a atmosfera ao redor do produto, até que atinja um estado de equilíbrio. Um exemplo desse sistema é o acondicionamento de frutas e vegetais em embalagens plásticas. Em termos estritos, AM inclui tecnologias como embalagem a vácuo e recobrimento de frutos com ceras ou outros revestimentos, que de alguma maneira irão mudar ou controlar a micro ou macroatmosfera ao redor do produto. O termo AC refere-se a sistemas onde se faz o controle contínuo da atmosfera ao redor do produto, durante a distribuição e a estocagem. A atmosfera que será controlada é aquela que está em contato direto com o produto, podendo envolver a concentração de O_2 , CO_2 , N_2 , vapor d'água e a temperatura.

A idéia de modificar a atmosfera ao redor de um produto alimentício, com o fim de aumentar a sua vida útil, transformou-se em tecnologia aplicada comercialmente na preservação de carnes e derivados, aves, pescado, produtos de panificação, de confeitaria, produtos secos, frutas e vegetais. A substituição do ar atmosférico ao redor do produto por uma mistura otimizada de CO_2 , N_2 e O_2 pode propiciar um aumento de vida útil, pois a degradação de alimentos devido a oxidação, crescimento de fungos, bactérias e insetos, ação enzimática e senescência pode ser retardada. Durante a estocagem, os gases podem interagir com os alimentos ou com a flora microbiana a eles associada. Contudo, por meio da otimização da mistura gasosa, a velocidade dessa interação é minimizada, em comparação com o ar atmosférico, o que significa uma vida mais longa.

Como toda tecnologia, a utilização de embalagens com atmosfera modificada para frutas e hortaliças apresenta vantagens e desvantagens. Como vantagens têm-se:

- aumento da vida útil do produto, que redundará em racionalização da produção, estocagem e distribuição;
- possibilidade de comercialização de produtos de alta qualidade, conservando-se a cor, o aroma e o frescor dos alimentos;
- redução de perdas na distribuição;
- possibilidade de economia devido à redução de manuseio e distribuição de produtos inadequados para a venda;
- aumento na margem de lucro nos pontos de venda de produtos frescos e refrigerados, pois se tem uma menor perda de estoque atribuída à perda de qualidade e deterioração e à redução de custos de mão-de-obra na preparação para a venda;
- melhor apresentação dos produtos com maior aceitação pelo consumidor;
- opção para comercialização de frutas e vegetais frescos com marca comercial;
- possibilidade de colheita de frutas no ponto de maturação desejado pelo consumidor, com ganho de peso para o produtor;

Contudo, o sistema também apresenta certas desvantagens:

- custo adicional com embalagem, equipamentos e gases;
- a técnica não é universalmente efetiva e exige a otimização de um sistema específico de embalagem em relação a produto e condições de estocagem, distribuição e comercialização;
- necessidade de controle de temperatura durante o acondicionamento, a distribuição, a estocagem e a venda;
- necessidade de controle de qualidade, tanto da matéria-prima como do acondicionamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se apresentar aqui uma visão geral da embalagem para frutas e hortaliças, visto que o assunto é extenso e muito específico para cada produto a ser embalado. Resumidamente, para a seleção de um sistema de embalagem devem-se levar em conta as características particulares do produto, as condições e adversidades às quais ele será submetido e a possibilidade de uso de técnicas mais recentes, tais como sistemas refrigerados e/ou com atmosfera modificada ou controlada. A observação dessas regras certamente levará ao sucesso em termos de qualidade final do produto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INTERNATIONAL TRADE CENTRE UNCTAD/GATT. **Manual on the packaging of fresh fruits and vegetables.** Geneva: ITC, 1988. 241p.
- McGREGOR, B.M. Tropical products transport handbook. [S.L.]. United States Department of Agriculture, 1987. 148p.
- SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. et al. **Embalagens com atmosfera modificada.** Campinas: CETEA, 1996. 114p.

SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO E ESTOCAGEM FRIGORIFICADA DE FRUTAS

Lincoln de Camargo Neves Filho¹

1. INTRODUÇÃO

Quando do projeto e operação de um sistema para estocagem frigorificada destinado a frutas ou hortaliças frescas, há de se considerar os custos envolvidos, não somente do lado do equipamento, mas também os referentes às perdas de qualidade e peso do produto.

Entre os problemas que ocorrem durante a safra, há uma seqüência importante. Tem início com as perdas pós-colheita por falta de instalações adequadas para armazenagem. Sem poder estocar, o produtor é obrigado a uma venda imediata, com evidentes prejuízos, pois os preços caem a níveis mínimos. Em seguida, o preço tende a subir pela redução da oferta, fenômeno que afeta tanto o produtor como o consumidor.

Caso fosse impossível a redução de perdas na produção associada a uma estocagem reguladora e correto planejamento, certamente tal conjunção de esforços propiciaria grandes benefícios ao consumidor que, afinal, é quem paga pelos erros ou acertos dessa cadeia.

Para reduzir a níveis compatíveis tais perdas, o produto deverá ser resfriado e mantido em determinadas condições, baseado no fato de que baixas temperaturas reduzem a níveis compatíveis a cinética da velocidade do processo de

¹ Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia de Alimentos - C.P: 6121, CEP 13083-970 - Campinas, SP

maturação. Ao mesmo tempo, ter-se-á uma redução na ação de agentes deteriorantes e na perda de peso do produto.

Caso típico é o da uva, cujo o pedúnculo que suporta a baga é extremamente susceptível à perda de água, quebrando facilmente quando da manipulação. De outro lado, o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela podridão do pedúnculo, provocado pela alta umidade, também tem o mesmo efeito. Nesse caso, a perda é irreparável, mesmo que a baga continue com excelente aparência e sabor.

No caso de cítricos, a vida comercial é reduzida muito mais por podridão que pela maturação excessiva ou enrugamento da casca. Já a cenoura é extremamente sensível à perda de água que, ao atingir 6%, será responsável pela completa flacidez do produto.

A escolha das condições mais convenientes para um correto balanço de custo "versus" qualidade está diretamente relacionada com temperatura de estocagem, movimentação do ar, umidade relativa, tipo e dimensões da embalagem. Também certas características do produto, envolvendo a injúria provocada por baixas temperaturas, mas em níveis superiores ao do ponto de congelamento do produto, assim como a sensibilidade aos compostos resultantes do seu metabolismo, no qual o etileno tem importante participação, deverão ser analisadas. Evidentemente, essa susceptibilidade é função da variedade, temperatura, tempo de exposição e estágio de desenvolvimento, como discutido por Bleinroth et al. (1992) e Hardenburg et al. (1986).

Como é de se esperar, o estado da matéria-prima, o manuseio e o método de aplicação do frio adotado irão influir na qualidade do produto final. E tal qualidade é a soma de diferentes itens como nível microbiológico, sabor, aroma, cor, textura e valor nutritivo.

Ressalte-se que este último ponto deverá ser melhor trabalhado, em função das mudanças de hábito alimentar do consumidor. Também os supermercados, as lojas de

conveniência e as redes de “fast-food” deverão provocar grandes mudanças no mercado de frutas e hortaliças frescas ou congeladas.

Desta forma, será apresentada uma visão dos principais pontos envolvidos na refrigeração, de forma a auxiliar na otimização de todo o complexo de estocagem, distribuição e comercialização. Ressalte-se a importância destes dois últimos itens, como apresentado por Neves F^o (1991) e Neves F^o e Cortez (1997).

2. SISTEMA FRIGORÍFICO

Pode-se mostrar um ciclo básico no qual a *Figura 1* apresenta um esquema simplificado do sistema frigorífico por compressão. O calor é removido da câmara através da evaporação de um refrigerante que circula no interior do evaporador (E) e que deverá ser levado à forma líquida para seu reaproveitamento. Esse processo é obtido no condensador (Co).

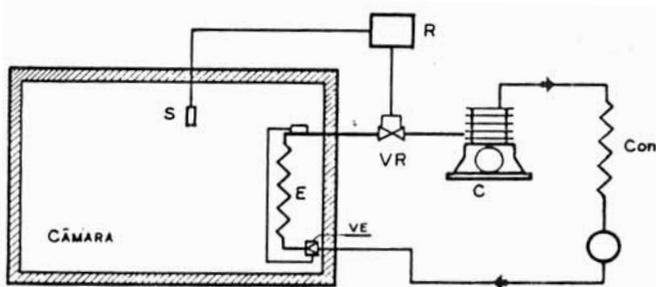


Figura 1. Esquema de um circuito frigorífico por compressão.

O equipamento frigorífico é apenas um meio que permite deslocar esse refrigerante em um fluxo contínuo, de tal forma a manter uma certa temperatura da câmara.

Como nos processos de troca de estado (evaporação e condensação), em que há uma relação direta entre

temperatura e pressão, é preciso o emprego de um compressor (C). Tal equipamento tem a função de aspirar o vapor a baixa pressão formado no evaporador e conduzi-lo ao condensador, elevando sua pressão.

Neste, o calor originalmente extraído do espaço condicionado e mais o calor de compressão é transferido à água ou ao ar, usados como resfriadores do condensador. Essa retirada de calor permite que o refrigerante volte ao estado líquido à pressão de condensação e seja recolhido no receptor ou garrafa de líquido (G), pronto para sofrer um novo ciclo.

O refrigerante passa ao evaporador por meio de uma válvula de expansão (VE), um dispositivo que regula o seu fluxo, produzindo uma perda de pressão que corresponde a abaixar a temperatura do refrigerante a um valor predeterminado.

Tem-se, ainda, um sistema de controle de temperatura que conta de um sensor (S), um regulador (R) e a válvula de regulação (VR). Tais sistemas podem ser de diversos tipos, dependendo da aplicação.

Para uma perfeita operação desse sistema frigorífico, a seleção dos componentes tais como o compressor, condensador, evaporador, controles, ventiladores e motores deverá ser criteriosa. Apesar de selecionados individualmente, devem sempre atender a determinados requisitos, para que se tenha uma perfeita interação e obtenção dos melhores resultados. É essencial, pois, logo após a instalação e de tempos em tempos, a realização de testes de performance de todo o sistema.

3. CAPACIDADE FRIGORÍFICA

O projeto de um sistema frigorífico tem por objetivo fornecer condições adequadas para processamento ou estocagem do produto a determinada temperatura. Associado à escolha dessa temperatura, devem-se levar em consideração

os custos de investimento, manutenção e amortização. Desta forma, o cálculo de sua capacidade ou carga térmica envolve basicamente quatro fontes de calor: calor transferido através das paredes, piso e teto, a relativa à infiltração do ar no interior da câmara, à carga representada pelo produto, além da cedida por outras fontes como motores, empilhadeiras, pessoas e iluminação.

Inicialmente, é importante o conhecimento das etapas que precedem a estocagem, tais como condições e tratamento da cultura ou processamento.

A escolha do local para a construção da câmara necessita de um estudo preliminar assim, como a disponibilidade de energia, água e facilidades de transporte.

Cada sistema deverá ser projetado para um determinado fim, no qual a carga térmica a ser retirada pelo equipamento em um certo período de tempo deve ser calculada criteriosamente, como discutido por Neves F^o (1991). Para representá-la é comum o emprego do termo TR (tonelada de refrigeração), equivalente a 3.000kcal/h.

No entanto, a parcela de calor retirada durante o resfriamento ou congelamento é bem maior quando comparada com a de estocagem, exigindo um estudo mais cuidadoso da solução a ser adotada. A *Figura 2* mostra a diferença entre resfriar e estocar.

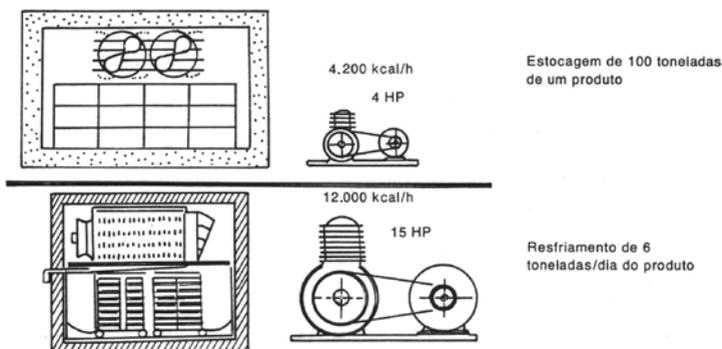


Figura 2. Diferença entre estocar e resfriar um determinado produto.

4. RESFRIAMENTO

O mais conhecido e ineficiente método de resfriamento é o emprego de uma câmara frigorífica. O produto é disposto no seu interior de forma a permitir a circulação de ar entre os paletes, onde o tempo de resfriamento é função das dimensões das caixas, da área das aberturas nessas caixas e da forma como são distribuídas, além das características do produto.

Apesar de oferecer aparente vantagem quanto à menor manipulação do produto e evitar o investimento em um túnel, permite taxas de resfriamento extremamente baixas, mesmo utilizando motores de duas velocidades para os ventiladores do evaporador.

Nunca se deve esquecer de que, por critérios técnico-econômicos, o sistema frigorífico da câmara é dimensionado para retirar a carga térmica correspondente à de estocagem. Por exemplo, para uma câmara de 300 toneladas de maçãs, essa carga é semelhante à retirada durante o carregamento de 15 toneladas por dia durante o período de colheita. De forma a reduzir o número de paradas do compressor ou variar sua capacidade, que envolve maior consumo de energia por TR, poder-se-ia optar por dois conjuntos frigoríficos que operariam a plena carga durante o carregamento. Já na estocagem, ter-se-ia apenas um conjunto.

Para o uso constante da câmara como resfriador, é interessante ressaltar o efeito prejudicial do aumento e da variação da temperatura provocados pela entrada de cada carga sobre o produto já resfriado, assim como do longo período para redução de sua temperatura. Em conseqüência, a área de piso deverá ser maior, poderá ocorrer condensação do vapor de água na superfície do produto, o controle do resfriamento é extremamente complicado, além de afetar produtos mais sensíveis.

De forma a se obter uma taxa de resfriamento compatível, há de se promover a eficiente circulação do ar

associada a uma temperatura conveniente. Em geral, o sistema de circulação forçada de ar reduz para 1/4 a 1/8 do tempo exigido em câmaras.

São utilizados sistemas por bateladas ou contínuos, nos quais há uma grande variedade de configurações, com custos inferiores para os primeiros. Uma delas, estudada por Ohling (1990), indicada na Figura 3, opera por batelada, em que um módulo ou conjunto de módulos pode ser instalado em áreas apropriadas.

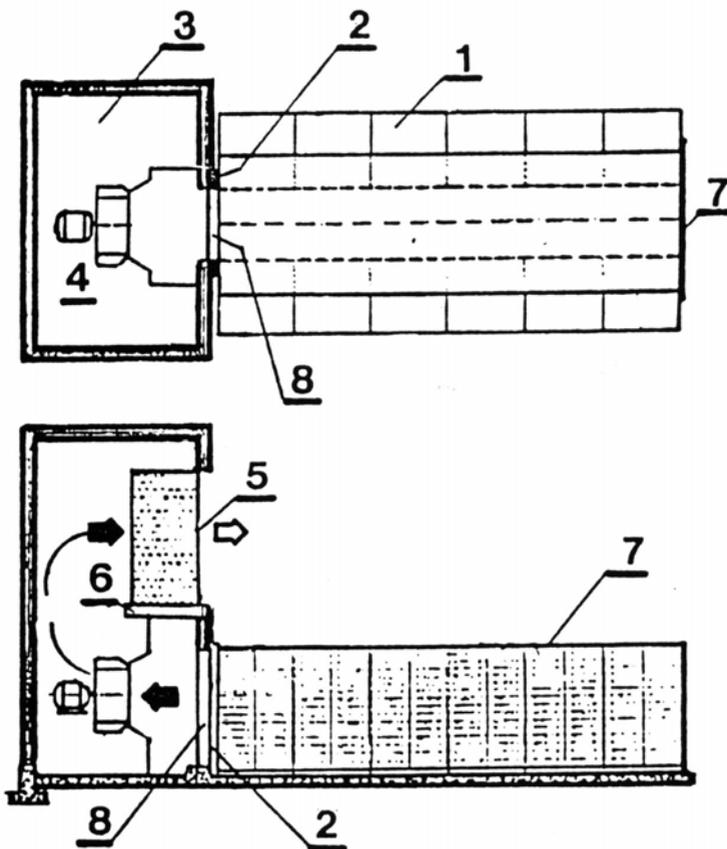


Figura 3. Esquema de um módulo resfriador por batelada com circulação forçada de ar, no qual se tem: 1- produto paletizado, 2-vedação, 3-área pressurizada, 4-ventilador, 5-evaporador, 6-bacia e dreno, 7-cortina de ar e 8-tela.

Um ventilador aspira o ar, previamente resfriado, através das aberturas existentes nas caixas distribuídas em paletes. No lado oposto ao ventilador e sobre o corredor formado pelos paletes dispostos em linhas paralelas e perpendiculares à face do evaporador, são utilizadas cortinas de forma a impedir a passagem do ar. É importante que tais caixas tenham aberturas que correspondam a pelo menos 6% da área de face, assim como permitam, através de arranjos convenientes, o fluxo de ar, para evitar perdas de pressão excessivas, como bem discutido por Mitchel et al. (1972) e Chau (1992).

Dependendo das condições de operação, a perda de água do produto durante o resfriamento ou estocagem poderá atingir níveis inadequados. Para um sistema que opera com uma diferença de temperatura entre o evaporador e o ar de 11°C, poder-se-ão esperar umidades relativas entre 70 e 80%. O emprego de evaporadores com área de trocas maiores deverá reduzir tais perdas, mas o custo envolvido exige um estudo criterioso. Muitas vezes será preciso o emprego de sistemas de umidificação, inclusive para compensar a água absorvida pelos paletes, mas cuja aplicação depende de algumas considerações, como discutido por Neves F^o (1991).

De forma a quantificar o processo de resfriamento, tanto em termos de tempo ou de temperatura, são empregados diversos parâmetros. O mais comum é o meio-tempo de resfriamento, que é o tempo necessário para reduzir à metade a diferença de temperaturas entre o produto e o meio. De acordo com a Tabela 1, tomada apenas a título de exemplo, é de 12 horas quando se utiliza uma câmara. Isto é, supondo-se que a temperatura do ar seja 0°C e a inicial das maçãs 26°C, seria necessário um período 12 horas para que as maçãs atingissem 13°C e mais 12 horas para que alcançassem 7°C.

Entretanto, esse conceito de meio-tempo ou de sete oitavos supõe que não há um diferencial de temperatura no produto, uma premissa falsa, pois a condutividade térmica

de frutas e hortaliças é relativamente baixa, e que, em raros casos, apresentam pequena espessura. Também medidas tomadas experimentalmente demonstram que no interior das caixas houve diferenças de temperatura significativas em diferentes posições do produto.

Tabela 1. Valores, em horas, para o meio-tempo de resfriamento de maçãs (Hall, 1972).

Métodos de Resfriamento	Condições	Meio-Tempo Hora
Câmara de Estocagem	• soltas, em caixa	12,0
	• embaladas, em caixa	22,0
	• bin de 500 kg, granel	18,0
	• caixas paletizadas	43,0
Túnel, ar 3-6 m/s	• soltas, em caixa	4,0
	• embaladas, em caixa	14,0
Água	• frutas soltas	0,4
Individual	• ar 0,7 m/s	1,3
	• ar 7,0 m/s	0,5

Ainda há um grande diferencial entre as temperaturas do centro e da superfície, o que pode afetar diretamente o cálculo da carga térmica ou, em outras palavras, a capacidade do sistema. Quando criteriosamente aplicado, permite cálculos relativamente simples e, em determinados casos, respostas aceitáveis.

Em complementação, há uma série de outros processos utilizados para resfriamento rápido, em uma excelente publicação da FEAGRI (1998), resultado de um seminário sobre o tema.

5. ESTOCAGEM

Uma câmara de estocagem, tanto no local de produção quanto na distribuição, consiste essencialmente em um

recinto devidamente isolado. Assim, a decisão dos níveis de temperatura e umidade está relacionada ao produto que se deseja estocar, níveis esses que serão mantidos por meio de circulação de ar previamente resfriado.

De forma a evitar a excessiva formação de gelo, quando a temperatura de evaporação for abaixo de 0°C, o que impede a perfeita troca de calor entre a superfície dos tubos e aletas com o ar a ser circulado na câmara, deverá ser previsto o degelo periódico dos evaporadores. Esse processo poderá ser reduzido com o emprego de uma adequada cortina de ar ou cortinas de fitas plásticas especiais, além da redução ao máximo no tempo de abertura da porta.

Procurando melhorar a circulação de ar, devem-se distribuir as caixas no interior da câmara de forma a não impedir a passagem do ar entre elas, para evitar a formação de bolsões mais quentes. Um exemplo é mostrado na *Figura 4*, na qual as caixas estão dispostas sobre estrados, com espaços entre elas.

Em câmaras de grandes dimensões poderão ser utilizados dutos de distribuição do ar, dispostos no teto ou ao longo das paredes. No entanto, a escolha desse sistema deverá ser feita criteriosamente, tanto por motivos técnicos quanto econômicos.

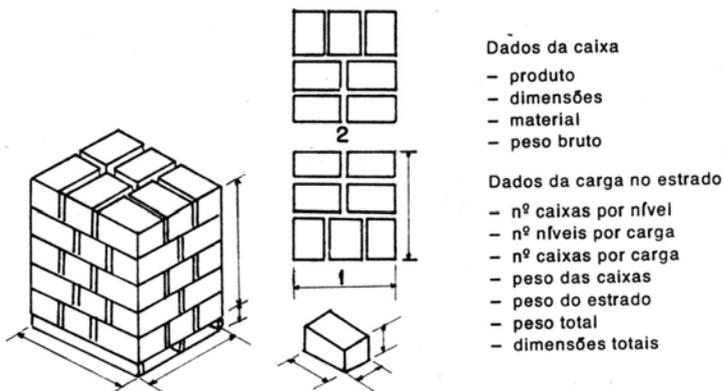


Figura 4. Exemplo de disposição correta de caixas sobre um palete.

Um ponto crítico é a transferência de produtos da câmara até o sistema de transporte ou vice-versa. Isso deve ser organizado de tal modo que seja efetuado o mais rápido possível, evitando-se variações de temperatura, excesso de sol ou vento. Assim, deverá ser prevista uma proteção especial no local de carga e descarga, impedindo um aumento da temperatura, o qual, evidentemente, trará prejuízos à qualidade do produto.

A embalagem tem importante papel na conservação deste item, tanto no aspecto físico como sanitário. Ainda, se padronizadas, representariam grande economia para o produtor e o consumidor.

Note-se que a paletização possibilita uma melhor utilização do espaço, especialmente se os paletes obedecerem a medidas padronizadas. Em geral são empregados paletes de 1,0 x 1,2m, que correspondem à ISO II, com duas ou quatro entradas para os garfos da empilhadeira ou paleteira.

De forma a oferecer melhor utilização no sentido vertical, tais paletes podem receber quatro montantes, um em cada canto, que, devidamente montados e amarrados, permitem a disposição de um palete sobre o outro até a altura permitida na câmara. A *Figura 5* mostra as etapas de montagem.

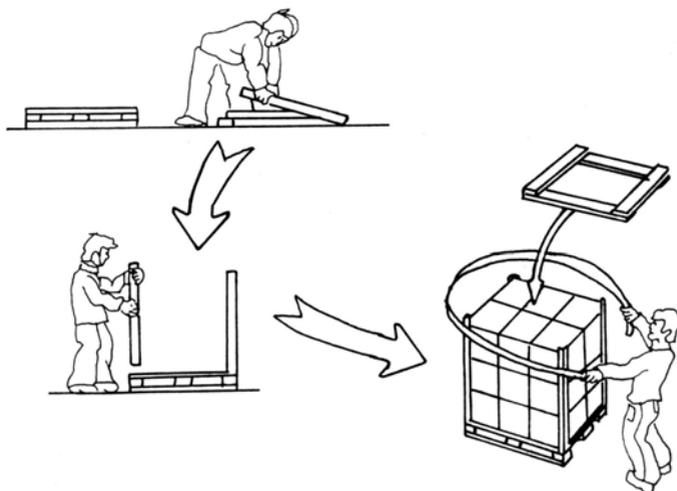


Figura 5. Etapas da instalação dos montantes em um palete.

Já a umidade relativa desejada para a estocagem frigorífica é resultado de um compromisso. Do ponto de vista da perda de peso, ela deveria ser alta, mas do lado da proteção contra microrganismos deveria ser relativamente baixa, pois a presença da água livre favorece o desenvolvimento de fungos, mofo e bactérias.

Na câmara de estocagem, o ar é circulado sobre um produto. Esse ar deverá ser previamente resfriado, promovendo-se sua passagem sobre uma superfície fria que, no caso, seria o evaporador.

Desta forma, sua superfície terá de permanecer a uma temperatura inferior à do ar de circulação. Isso irá provocar a condensação de parte do vapor de água existente no ar sobre a superfície do evaporador. Essa condensação é diretamente proporcional à diferença de temperatura (DT) do ar e da superfície do evaporador.

Do lado de transferência de calor, uma menor DT está associada a uma maior superfície de troca e, portanto, um maior investimento. Há, pois, de se encontrar o ponto de equilíbrio entre a menor perda de peso provocada pela DT e o custo envolvido na aquisição do evaporador; tais relações são discutidas por Neves F^o (1991).

Também entre o produto e o ar que o envolve, há um processo de transferência de massa, comandado por temperatura, umidade relativa e velocidade desse ar sobre a superfície do produto.

Considerando-se uma velocidade compatível, pode-se concluir que a perda de peso seria a metade para uma umidade relativa de 90%, quando comparada com a de 80%, como apresentado por Neves F^o (1991). Ainda, quanto mais baixa a temperatura de superfície do produto, menor será a perda de peso. Não se deve esquecer de que a constituição da superfície do produto também oferece resistência à transferência de massa.

Note-se que frutas e hortaliças continuam com o processo metabólico após a colheita, o qual envolve

diferentes reações enzimáticas, cujas velocidades dependem da temperatura. Tais reações são responsáveis pelo tempo disponível de estocagem do produto, em função de uma qualidade desejável. Evidentemente, cada variedade exige uma temperatura ótima, levando-se em conta a ocorrência de desordens patológicas e fisiológicas, como discutido por Chitarra e Chitarra (1990) e Bleinroth et al. (1992).

Assim, a redução da temperatura do produto deverá ser feita no menor tempo possível. Também a manutenção de uma mesma temperatura nos diferentes pontos da câmara é importante, onde uma correta distribuição de ar é fundamental para evitar a formação de bolsões. Temperaturas mais elevadas representam maior calor de respiração, maior perda de peso e possíveis problemas patológicos. Já as mais baixas do que as estipuladas implicam em desordens fisiológicas, além da ocorrência de água livre.

Dependendo da qualidade desejada do produto e dos custos representados pela perda de peso desse produto, deverá ser instalado um sistema de umidificação. Basicamente, são dois os meios: injeção de vapor e pulverização de água, em que suas vantagens e limitações irão determinar a correta seleção, como analisado por Neves F^o (1991). Em resumo, tal seleção deverá levar em conta: uma cuidadosa avaliação da carga necessária com o auxílio de um psicrométrico, a instalação dos umidificadores em pontos convenientes para uma melhor resposta e o emprego de controles adequados ao nível de umidade desejado.

6. ESTUDO DAS CONDIÇÕES

Todo e qualquer equipamento frigorífico deve receber atenção quanto aos seguintes elementos: estudo preliminar técnico e econômico, cálculos e planos de instalação, fiscalização dos trabalhos e operação, juntamente com um programa de manutenção.

Combinando-se os quatro componentes básicos do ciclo de refrigeração, há uma larga faixa de sistemas que podem ser empregados, sendo que cada processamento exigirá um tipo de aplicação. Os itens adiante devem ser considerados na seleção do sistema: custo do equipamento, custo de instalação, carga e flexibilidade, expansão da planta, refrigerante, controles, dimensões da planta, custos de operação e manutenção, tempo de depreciação e amortização, pessoal habilitado e reposição de peças.

Os custos de investimento e operação compõem importante parcela do custo total da planta. Incluem fiação elétrica, transformadores, parte civil com bases especiais e estruturas, aberturas e passagens em paredes, isolamento, etc. Também os custos operacionais formam outra parcela considerável, variando bastante conforme o sistema.

O tipo de aplicação e a flexibilidade desejada é outro fator, visto que a avaliação exagerada de circunstâncias imprevistas ou das margens de segurança podem levar a uma grande capacidade ociosa. É interessante lembrar que análises otimistas podem levar também a um investimento não rentável. Ainda, é, geralmente, mais eficiente ter unidades frigoríficas menores ao invés de trabalhar com uma só e maior, operando com 50% ou menos da capacidade.

A possibilidade de ampliação futura deve ser considerada. O "lay-out" da planta indicará muitas vezes a solução a ser adotada.

Na seleção do sistema de refrigeração, itens como o refrigerante a ser usado, o controle do sistema e as dimensões da planta indicam qual o tipo. Considerações para a determinação do refrigerante incluem as propriedades termodinâmicas, a faixa de temperatura necessária, a taxa de compressão, o tipo de condensação, a possibilidade de perda do refrigerante, assim como a facilidade de separação do óleo.

Quanto aos controles, os principais pontos são a determinação direta ou indireta da variação de carga e sua sensibilidade, o controle da temperatura ou pressão, as

diferentes faixas de aplicação e o tipo indicado para o refrigerante usado. Sem dúvida, um controle automático é muito mais seguro e apresenta melhores resultados que o manual.

Ainda deve-se ter um programa de manutenção preventiva aliada a uma vigilância de alto nível técnico. Para tanto, é necessário o conhecimento do sistema de suas necessidades.

Com uma racionalização do trabalho de manutenção, anotando-se de forma adequada e simples as ocorrências e apoiando-se em pessoal preparado para esse tipo de serviço, obtêm-se resultados altamente compensadores. Muitas falhas das várias partes do sistema são refletidas diretamente na unidade de condensação e compressor, indicadas por variação das pressões de operação e temperatura. É, pois, necessário ter em perfeito funcionamento a instrumentação do sistema.

Dessa forma, espera-se maior vida útil do equipamento, menor tempo de reparos e, portanto, maior produção, melhor controle em possíveis áreas de problemas e menor carga no serviço de reparos, entre outros fatores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLEINROTH, E.W., SIGRIST, J.M.M., ARDITO, E.F.G., CASTRO, J.V., SPAGNOL, W.A., NEVES F^o, L.C. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1992. 203p.
- CHAU, K.V. Cooling and storage of fruits and vegetables. In: CONGR. BRAS. REFRIG. VENT. COND. Ar, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** p.21-5.
- CHITARRA, M.I.F. e CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**". Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 302p.

- FEAGRI (1998) - II Curso de atualização em tecnologia de resfriamento de frutas e hortaliças, Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp, 30 a 31 de janeiro, 160p, Campinas, SP, 1998.
- HALL, E.G. Precooling and container shipping of citrus fruits. CSIRO Fd. Res. Quart. v.32, n.1, p.1-10, 1972.
- HARDENBURG, R.E., WATADA, A.E., WANG, C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S.A: Department of Agriculture, 1986. (Agric. Handbook, 66).
- MITCHELL, F.G., GUILLOU, R., PARSONS, R.A. **Commercial cooling of fruits and vegetables**: Manual 43. Berkeley: Div. of Agric. Sc., University of California, 1972.
- NEVES F^o, L.C. **Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Frio e ABRAVA - SINDRATAR, 1991. 186p.
- NEVES F^o, L.C., CORTEZ, L.A.B. Alimentos e a cadeia do frio, **Revista ABRAVA**, v.20, n.1, p.26-31, 1997.
- NEVES F^o, L.C., ZARATINI, V.F., GUTIERRES, C.R. Resfriamento rápido de frutas e hortaliças, **Revista ABRAVA**, v.17, n.133, p.22-9, 1995.
- OHLING, R.S. Rapid air precooling of fruits and vegetables. **ASHRAE Journal**, v.32, n.3, p.60-5, 1995.