

Aire caliente forzado

**Florencia García Degano, Verónica E. Ortiz
y Analía R. Salvatore**

El contenido de este capítulo ha sido provisto por el o los autores arriba mencionado/s. La EEAOC no es responsable de las opiniones aquí vertidas.



ESTACIÓN EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

Universidad Nacional de Tucumán
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
SECRETARÍA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



El aire caliente forzado es un tratamiento cuarentenario de poscosecha aplicado en frutos y vegetales frescos para eliminar las infestaciones de ciertos organismos patógenos.

El objetivo de este tratamiento es garantizar seguridad cuarentenaria de los productos tratados evitando disminuir su calidad comercial.

Introducción

A partir de la restricción del dibromuro de etileno como fumigante, resurgió el interés de utilizar calor como un agente letal para desinfectar frutos y vegetales frescos.

Entre los tratamientos que utilizan calor podemos mencionar:

- Inmersión en agua caliente
- Vapor caliente
- Aire caliente forzado

La diferencia entre el tratamiento con vapor caliente y el de aire caliente está en el contenido de humedad relativa (HR). En el vapor se usa aire saturado o cercano a la saturación con 100% de HR y transfiere calor en forma continua a la superficie de la fruta a través de la condensación del vapor de agua y por convección del aire caliente.

En el caso del aire caliente forzado, la HR no supera el 60% pudiendo fluctuar durante el tratamiento. La transferencia de calor es únicamente por convección.

Otros tratamientos de aire caliente usados en cuarentena son el calor seco y la esterilización por vapor. (FAO 1983, Anónimo 1985), pero éstos generalmente no se aplican sobre órganos vegetales porque son dañinos para los mismos.

Antecedentes

El tratamiento con aire caliente fue desarrollado por primera vez en Florida, EEUU, para eliminar tres tipos de moscas de los frutos: *Ceratitis capitata*, mosca del mediterráneo, *Dacus cucurbitae*, mosca del melón y *Dacus dorsalis*, mosca oriental; en papayas infestadas de Hawái. La HR utilizada fue de un 40-60% durante el tratamiento completo sin experimentar efectos adversos sobre la calidad de la fruta (Armstrong, *et al.* 1989, Hansen *et al.* 1990). Se calentó con aire forzado la superficie de la fruta

a cuatro temperaturas diferentes 43° C, 45° C, 46,5° C, y 49° C hasta alcanzar una temperatura de 47.2° C en el centro de la misma. Las tres primeras temperaturas requirieron un período de 2 hs, hasta alcanzar la temperatura deseada en el centro de la fruta mientras que la última requirió menos de 1 hora de calor.

Se comprobó que el tratamiento con aire caliente forzado no dañaba la calidad comercial de las papayas.

En diciembre de 1998 se aprobó el tratamiento de aire caliente forzado para pomelos, mandarinas y naranjas navel.

Modo de Acción

En el tratamiento con aire caliente forzado se deben mantener elevadas las temperaturas de la pulpa y de la superficie del fruto para eliminar los insectos. Los mismos mueren en un corto período de tiempo al exponerlos a temperaturas que oscilan entre 45 a 60°C.

La causa de la mortalidad por las altas temperaturas puede ser explicada desde el punto de vista fisiológico debido a un desorden químico que ocasiona la coagulación de las proteínas, la pérdida de agua del cuerpo o deshidratación, inhibición de la acción enzimática, etc.

La tolerancia al calor varía según la especie plaga y el estado de desarrollo de las mismas. Un ejemplo es el trabajo realizado con *Dacus cucurbitae* (mosca del melón) y *Dacus dorsalis* (mosca oriental), comparando las 2 especies en cuanto a su estado de desarrollo más resistente a las elevadas temperaturas; es evidente una correlación entre el tiempo de exposición y la mortalidad, en huevos de 24 hs de edad y en el tercer estadio larval la mosca oriental es más tolerante al calor que la mosca del melón. Los huevos de 4 hs son menos tolerantes que el primer y tercer estadio larval y entre los estadios larvales, el primer estadio es el más tolerante al calor.

Experiencias realizadas en pomelos, en función de su época de maduración demostraron que las variedades tempranas o de media estación toleran tratamientos con aire caliente a 49°C durante 2hs o 48 °C durante 3hs, mientras que los pomelos de estación tardía no toleraban temperaturas superiores a 47.5 °C sin que disminuyera la calidad del jugo (McGuire & Reeder 1992).

Tabla 1. Tolerancia/ Tiempo de Exposición

M: mortalidad

SF: superficie de la fruta

Frutos	3º Estadio Larval	M	T°C	T. de exposición
Mangos (<i>Mangifera indica</i>)	<i>A. oblicua</i>	100%	Pulpa: 48.1° C • SF: 50° C	101-213 min.
Pomelos (<i>Citrus paradisi</i>)	<i>A. suspensa</i>	100%	Pulpa: 44-45 °C • SF: 48+/-0,3 °C	181,7-213,9 min.
Papayas (<i>Carica papaya</i>)	<i>C. capitata</i> , <i>D. cucurbitae</i> , <i>D. dorsalis</i>	100%	Pulpa: 47° C • SF: 45+/- 0,3° C	menos de 60 min.
Carambolas (<i>Averrhoa carambola</i>)	<i>A. suspensa</i>	100%	Pulpa: 45,5 °C • SF: 47+/-0,2 °C	90 min.

Otras experiencias con aire caliente forzado fueron realizadas para eliminar adultos de thrips, *Heliothrips haemorrhoidalis*, y el quinto estadio de la polilla de la manzana *Epiphyas postvittana*, sobre la superficie del níspero japonés *Disopyros kaki* L. Se empleaba aire caliente a una temperatura de 47° C y una HR de un 55-60% durante 15 minutos, logrando una mortalidad del 100%, sin deteriorar la calidad de la fruta (Cowley et al. 1992).

Daños

Para que el tratamiento sea efectivo, se deben matar los insectos sin causar lesiones en los frutos tratados. Sin embargo, las lesiones por calor son directamente proporcional a los grados más altos de temperatura y al mayor tiempo de exposición.

Los síntomas más comunes son:

- Alteración del sabor
- Deformación
- Aparición de manchas sobre la superficie

- Deterioro de la pulpa
- Pudrición

Otro problema que ocasiona el calor es la pérdida de agua de la fruta produciendo dos efectos negativos:

1. A medida que se evapora el agua de la fruta lleva calor con ella, de este modo, calienta lentamente la fruta.
2. Disminución de la calidad de la fruta.

Equipamiento

Las máquinas son operadas por computadoras capaces de registrar la variación de humedad del aire, temperatura, velocidad y la dirección del flujo de aire. Manteniendo el punto de rocío próximo a la temperatura de la superficie de la fruta se evita la humedad de condensación sobre la fruta; de esta manera se obtiene la humedad ideal durante el tratamiento, para prevenir la pérdida excesiva de agua en ella.

Bibliografía recomendada

Anónimo. 1985. Animal and Plant Health Inspection Service. Plant protection and quarantine treatment manual, section III, part 9, pp. 1-3, Section VI-T106, p. 24. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.

Armstrong, J. W., J. D. Hansen, B.K.S. Hu & S. A. Brown. 1989. High-temperature, forced-air quarantine treatment for papayas infested with Tephritidae fruit flies (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 82: 1667-1674.

Cowley, J. M., K. D. Chadfield, & R. T. Baker. 1992. Evaluation of dry heat as a postharvest disinfestation treatment for persimmons. New Zealand J. Crop and Hortic. Sci.

20:209-215.

Gould, W. P. 1996. Mortality of *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae) in papayas exposed to forced hot air. Florida Entomologist 79 (3) 407-413.

Hallman, G. J. and J. W. Armstrong. 1994. Heated Air Treatments. En: Quarantine treatments for pest of food plants. Cap. 10 149-163pp.

Mangan, R. L. & S. J. Ingle. 1992. Forced hot- air quarantine treatment for mangoes infested with west Indian fruit fly (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 85(5): 1859-1864.

McGuire, R. G. and W. F. Reeder. 1992. Predicting market quality of

grapefruit after hot- air quarantine treatment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (1): 90-95.

Miller, W.R., R. E. McDonald & J. L. Sharp. 1990. Condition of Florida carambolas after hot- air treatment and storage. Proc. Fla. State Hort. Soc. 103: 238-241.

Sharp, J. L. & W. P. Gould. 1994. Control of Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in grapefruit by forced hot- air and hidrocooling. J. Econ. Entomol. 87 (1): 131-133.

USDA. 2002. Forced Hot Air Treatments Moving Forward for Citrus. Agricultural Research Service. <http://www.ars.usda.gov>