

# 6

## CONTROL FÍSICO

El Control Físico consiste en la utilización de algún agente físico como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodismo y radiaciones electromagnéticas, en intensidades que resulten letales para los insectos.

El fundamento del método es que las plagas sólo pueden desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites de intensidad de los factores físicos ambientales; más allá de los límites mínimos y máximos, las condiciones resultan letales. Los límites varían según las especies de insectos; y para una misma especie, según su estado de desarrollo. Además, los límites de cada factor varían en interacción con las intensidades de los otros factores ambientales y con el estado fisiológico del insecto. Los insectos en diapausa, por ejemplo, son capaces de soportar temperaturas muy bajas que resultarían letales para los individuos que no se encuentran en ese estado.

Los factores físicos del ambiente en el campo son esencialmente los constituyentes del clima, factores que hasta el presente no pueden ser manipulados significativamente por el hombre. En unos pocos casos es posible lograr algunas variaciones microclimáticas que tienen efecto sobre las plagas; como el manejo de la densidad del cultivo (distancia entre plantas y entre surcos), la orientación del surco respecto al movimiento del sol; la utilización de sombra para ciertos cultivos como el cafeto y el cacao. Algunos de estos manejos se tratan dentro del Control Cultural puesto que son precisamente las prácticas culturales las que permiten estas variaciones.

El manejo efectivo de los factores físicos del medio, como la temperatura, humedad y radiaciones electromagnéticas, sólo es posible en ambientes cerrados. En esas condiciones se les puede utilizar para combatir plagas de frutas y hortalizas cosechadas, y plagas de productos almacenados.

### MANEJO DE LA TEMPERATURA

Las temperaturas extremas, altas o bajas, pueden utilizarse para combatir los insectos que dañan frutos, granos y otros productos cosechados.

#### Las temperaturas altas

Las temperaturas altas suelen ser más efectivas que las temperaturas bajas en un rango más estrecho. La mayoría de las especies de insectos mueren expuestas a temperaturas de 52°C a 55°C por el período de 3 a 4 horas. Muchas otras especies mueren a temperaturas menores o en períodos más cortos. Sin embargo, el uso de altas temperaturas tiene muchas limitaciones pues muy pocos son los productos vegetales capaces de soportar calentamientos sin

dañarse. Además existen otros problemas como la lenta penetración del calor en la masa del producto almacenado: requiriéndose exposiciones prolongadas. Sistemas muy elaborados, como hacer pasar granos almacenados por tubos en un sistema de calentamiento, resultan anti-económicos. Cuando se deja secar el grano al sol sobre tendales en capas muy delgadas, es posible lograr temperaturas letales para los insectos en los granos mas expuestos.

Hace muchos años en los Estados Unidos se desarrolló un método de calentamiento por vapor para destruir los huevos y larvas de moscas de la fruta en naranjas Valencia (Hawkins 1932) pero el método afecta el sabor de la Naranja Washington Navel (Sinclair y Lindgren 1955). Posteriormente, este método se ha utilizado con éxito para controlar la mosca de la fruta en mangos. Frutos de la variedad Haden soportan inmersiones en agua caliente a  $46 \pm 1^\circ\text{C}$  por período de 80 a 90 minutos suficiente para controlar larvas de las moscas de la fruta.

Las temperaturas altas se aplican para combatir insectos, nematodos y hongos en los suelos de los invernaderos y viveros. Para tal fin se puede utilizar vapor o un sistema eléctrico. Una forma simple de tratar pequeñas cantidades de tierra es aplicando agua hirviendo.

También existe la técnica de *solarización* que consiste en cubrir el suelo húmedo de una cama de vivero con plástico transparente y dejarlo expuesto al sol por varias semanas. La temperatura del suelo se eleva a niveles que son letales para insectos, hongos y nemátodos (Alcázar y col. 1991) (Figura 6:1).

Las temperaturas altas pueden aplicarse también contra insectos que dañan vestimentas, telas, muebles, fibras y cualquier otro producto que no se deteriore con el calor.

El fuego directo tiene algunas aplicaciones limitadas en el campo. Por ejemplo, la destrucción con lanzallamas de la vegetación invernal de las acequias en los climas templados para destruir al pulgón *Myzus persicae* y evitar que en primavera este insecto migre a los campos de remolacha azucarera y propague virosis. En los Estados Unidos se ha encontrado que la aplicación de fuego durante el invierno a los campos de alfalfa, después del corte, controla al gorgojo *Hypera postica* (Gyllenhal). La práctica de la quema de la caña de azúcar sin duda destruye a diversas plagas de este cultivo, aunque también, desafortunadamente, a sus enemigos naturales.

## **Las temperaturas bajas**

Las temperaturas bajas pueden llegar a producir la muerte de los insectos pero normalmente sólo después de exposiciones muy prolongadas; de lo contrario, el insecto se recupera del estado de sopor ocasionado por el frío. En muchos casos, el uso de bajas temperaturas no tiene como intención principal provocar la muerte del insecto sino retardar su desarrollo en los productos vegetales almacenados. Los insectos en estados invernales suelen ser muy

resistentes a las bajas temperaturas; las larvas invernales de la polilla de la manzana, por ejemplo, llegan a soportar temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$  sin congelarse.

Los insectos de granos almacenados son bastante susceptibles a las bajas temperaturas. En lugares con inviernos muy fríos se recomienda abrir los almacenes o trasvasar el grano de un silo a otro con el fin de enfriarlo.

Temperaturas de almacenamiento de granos y semillas de  $8^{\circ}$  a  $10^{\circ}\text{C}$  inactivan a los insectos; sin embargo debe tenerse cuidado que la humedad sea menor de 12% para evitar el desarrollo de ácaros que sí pueden estar activos a esas temperaturas.

El almacenamiento de frutos infestados con la mosca mediterránea, *Ceratitis capitata* y otras especies, a temperaturas de  $1^{\circ}\text{C}$  por 12 días ó  $2^{\circ}\text{C}$  por 20 días mata a todos los estados de desarrollo de esos insectos. Estos tratamientos son apropiados para peras, manzanas, uvas, kiwi, kaki y granada. Entre las frutas tropicales, algunas especies como mangos y papayas son afectadas por estas condiciones. En cambio los cítricos y la carambola soportan los tratamientos.

Las termitas que se encuentran atacando la madera, mueren cuando son expuestas a temperaturas de  $-9^{\circ}\text{C}$  por 4 días. La refrigeración de telas y pieles protege a estos productos de los insectos que las dañan.

## **MANEJO DE LA HUMEDAD**

La humedad tiene gran influencia sobre las poblaciones de los insectos pero su manipulación como medida de control es muy limitada. En algunos casos es posible reducir la humedad en el espacio cubierto por el follaje, mediante la eliminación de las malezas y seleccionando plantas que tienen hábitos de crecimiento foliar abierto o erecto. Estas posibilidades se discuten dentro del capítulo de Control Cultural.

La alta humedad de los granos almacenados favorece el desarrollo de las plagas y hongos; de allí que se recomiende el almacenamiento de los granos cuando su humedad no sea mayor al 12 por ciento.

En el campo, los riegos pesados matan gusanos de tierra y otros insectos por ahogamiento.

## **MANEJO DE LUZ**

La iluminación es otro factor que tiene influencia en el desarrollo pero sobre todo en el comportamiento de los insectos. Su utilización no ha sido

mayormente desarrollada para combatir plagas. Uno de los pocos casos es la utilización de la luz como fuente de atracción de insectos, tema que se trata más extensamente en el capítulo sobre Control Etológico.

Experimentalmente se ha demostrado que la iluminación artificial de un huerto de manzanos disminuye las infestaciones de la polilla de la manzana (Herms 1932). Igualmente, se conoce que la luz tiene efectos inhibitorios de la oviposición de varias especies de insectos; pero la iluminación total de los campos con estos propósitos resultaría totalmente antieconómica. Un caso de utilización práctica de la luz solar, aunque no en el campo agrícola, es la exposición periódica de ropa almacenada a la insolación directa. La luz y el calor hacen que los insectos abandonen los tejidos infestados.

En forma experimental se ha demostrado que luces intermitentes o "flashes" nocturnos pueden provocar el bloqueo de la diapausa de la polilla de la manzana y otros insectos; pero no se ha probado que esto pueda lograrse en el campo (Harwood 1968).

## **MANEJO DE ATMOSFERAS CONTROLADAS**

Las atmósferas controladas constituyen una alternativa moderna al uso de fumigantes contra insectos de las frutas y otros productos en almacenamiento. El propósito es matar a los insectos por asfixia, alterando las concentraciones de oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno que son componentes naturales de la atmósfera. Con tal fin, el oxígeno generalmente es reducido a menos del 1 por ciento y el dióxido de carbono se eleva notablemente sobre el 10 por ciento.

El efecto letal contra los insectos suele ocurrir entre unos pocos días a dos semanas, según la especie de insecto, tipo de producto almacenado, temperatura, humedad y calidad de la atmósfera controlada. El tratamiento no debe afectar la calidad de productos almacenados.

La atmósfera normal del almacén debe ser desplazada por la atmósfera controlada en uno o dos días. El oxígeno se suele disminuir por combustión (generalmente con quemadores de gas natural o propano); el dióxido de carbono se libera de galones de gas concentrado; y el nitrógeno a partir de nitrógeno líquido o separado del aire comprimido.

Algunos insectos de granos almacenados son controlados exponiéndolos por 203 días a 0.5 por ciento de oxígeno y 11.5 por ciento de dióxido de carbono; o dióxido de carbono sobre 70 por ciento a 27°C y 60% de humedad relativa. Temperaturas más bajas y humedades relativas más altas requieren mayor tiempo de exposición (Mitchel y Kader, 1992).

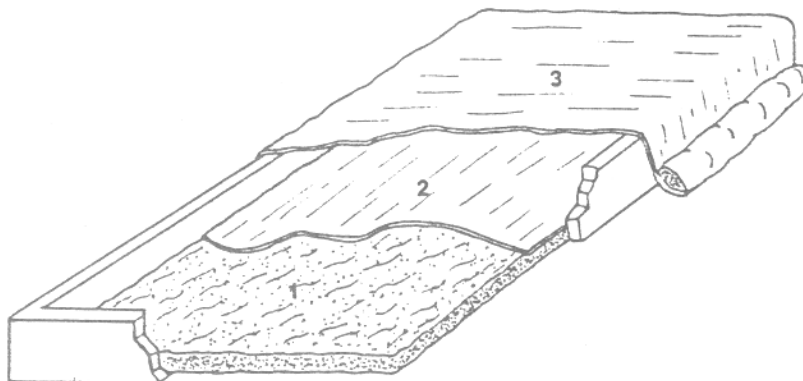
El uso de atmósferas controladas para productos frescos está en

investigación. Se sabe que manzanas, peras, duraznos, nectarinas, ciruelas, fresas y naranjas valencia tienen tolerancia razonable a concentraciones muy bajas de oxígeno (0.25 -0.50 por ciento) por períodos de 8 a 40 días según el producto y la temperatura. Pero la tolerancia a mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> parece limitada.

## MANEJO DE LA RADIACIÓN

Desde la década de 1960 se ha tratado de utilizar comercialmente el tratamiento de productos agrícolas secos y frescos con radiaciones (rayos gamma y rayos X) usando fuentes de Cobalto y Cesio radiactivos, para controlar plagas y enfermedades. Los insectos son más sensibles a la radiación que los hongos, bacterias y virus, y mueren dentro del límite de radiación máxima aprobada por razones de seguridad (100 kilorads).

Las radiaciones utilizadas no deben dañar la calidad del producto (aparición, sabor, color, valor nutritivo, etc). Las dosis efectivas están entre 45 y 60 kr. y pueden ser toleradas fácilmente por la fruta seca y las nueces. En cambio, productos frescos suelen sufrir cambios fisiológicos indeseables por acción de las radiaciones (Lindsey y col., 1989). En general es un procedimiento costoso y complicado.



**Fig. 6:1** Esquema de la disposición de la cobertura con plástico para someter a una cama (almaciguera) al proceso de solarización (1: tierra húmeda; 2: plástico sobre la superficie de la tierra; y 3: plástico cubriendo la cama).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULOS 4, 5, y 6

- ALCÁZAR, J., S.A. RAYMUNDO y R. SALAS. 1991. Influencia del tiempo de exposición, grosor de plástico, plástico usado o nuevo y profundidad del suelo en la eficiencia de la solarización en el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *Fitopatología* 26 (2): 92-99.
- BEINGOLEA G., OSCAR D. 1985 a. El fenómeno "El Niño" 1982-83 y algunos insectos-plaga en la costa peruana. *Rev. Peruana de Entomol.* 28:55-57.
- BEINGOLEA G., OSCAR D. 1985 b. La Langosta de *Schistocerca interrita* en la Costa Norte del Perú durante 1983. *Rev. Peruana de Entomol.* 28:35-40.
- BOITEAU, GILLES; G. C. MISENER y G. BERNARD. 1993. Development and evaluation of a plastic trench barrier system for the protection of potato from walking adult Colorado potato beetles. Final Report for Project B3032-1. N.B. Department of Agriculture, Florenceville, New Brunswick, Canada. 92 pp.
- CLARK, L.R., P.W. GEIER, R.D. HUGHES Y R.F. MORRIS. 1967. The ecology of insect Populations, Methuen & Co. Ltd. London. 232 p.
- DE INGUNZA S., M. AUGUSTO. 1966. la "broca del café" *Hypothenemus hampei* Ferr.: Importancia, distribución geográfica, forma de ataque y especies de cafeto que ataca e influencia de la altitud del mar en el grado de ataque. *Rev. Peruana de Entomol.* 9 (1): 89-93.
- HARWOOD, ROBERT F. 1968. Basic studies on the influence and significance of photoperiod and light on diapause and development of codling moth. Washington State University Pullman. Hojas Mimeografiadas. 18 p.
- HAWKINS, LON A. 1932. Sterilization of citrus fruit by heat. *Texas Citriculture.* 9 (1): 7-8, 21,22.
- HERMS, W. B. 1932. Deterrent effect of artificial light on the codling moth. *Hilgardia* 7 (7): 263-280.
- HOYLE, PEDRO C. y MANUEL LOBATON. 1958. Importancia de las cámaras de recuperación de insectos benéficos en los fundos algodnoneros. *Rev. Peruana de Entomol. Agrie.* 1(1): 17-19.
- LINDSEY, PATRICIA J., S. S. BRIGGS, A. A. KADER y K. MOULTON. 1989. Methyl Bromide on dried fruits and nuts: Issues and alternatives. En *Chemical Use in Food Processing and postharvest handling: Issues and alternatives.* Agricultural Issues Center. University of California. Davis. 41-50.
- MITCHELL, F. GORDON y ADEL A. KADER. 1992. Postharvest treatments for insect control. En *postharvest technology of horticultural crops.* Editado por A. A. Kader. Univ. of California. 161-165.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1969. *Insect Pest Management and Control. Principles of Plant and Animal Pest Control.* Vol. 3. Washington. D.C. 508 p.
- PISFIL LL. ALBERTO. 1985. La langosta *Schistocerca interrita* como plaga en Lambayeque durante 1983-84. *Rev. Peruana de Entomol.* 28:41-45.
- POLLACK, MANUEL y MIGUEL CAÑAMERO K. 1985. Control químico de

*Perkinsiella saccharicida* K. en caña de azúcar. Rev. Peruana de Entomol. 28:47-48.

SINCLAIR, WALTON B. y D. L. LINDGREN. 1955. Vapor-Heat sterilization of California Citrus and Avocado fruits against fruit fly insects. University of California Citrus Experiment Station. Riverside. California. Panfleto mimeografiado. 19 p.