

NORMAS INTERNACIONALES PARA
MEDIDAS FITOSANITARIAS

NIMF 42

**Requisitos para el uso de tratamientos térmicos
como medida fitosanitaria**

Producido por la Secretaría de la
Convención Internacional de Protección Fitosanitaria
Adoptado en 2018; publicado en 2018

© FAO 2018

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

© FAO, 2018

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, imprimir y descargar el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor, y que ello no implique en modo alguno que la FAO aprueba los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación, así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org.

Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (www.fao.org/publications/es) y pueden adquirirse enviando una solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

Cuando se reproduzca la presente NIMF, debería mencionarse que las versiones actualmente aprobadas de las NIMF pueden obtenerse en: www.ippc.int.

Historia de la publicación

Esta no es una parte oficial de la norma.

2014-04: La Comisión de Medidas Fitosanitarias, en su novena reunión (CMF-9), añadió el tema *Requisitos para el uso de tratamientos térmicos como medida fitosanitaria* (2014-005) al programa de trabajo.

2014-05: Revisión del proyecto de especificación por el Comité de Normas (CN).

2015-05: El CN aprobó la Especificación 62.

2015-09: Redacción por el Grupo técnico sobre tratamientos fitosanitarios (GTTF).

2015-12: Revisión por el GTTF (reunión virtual).

2016-05: El CN revisó el proyecto y lo aprobó para la primera consulta.

2016-07: Primera consulta.

2017-05: El CN-7 aprobó presentar el texto para una segunda consulta.

2017-07: Segunda consulta.

2017-10: El administrador revisó el proyecto basándose en las observaciones de la consulta.

2017-11: El CN revisó el proyecto y lo aprobó para su adopción en la CMF.

2018-04: La CMF-13 aprobó la norma.

NIMF 42. 2018. *Requisitos para el uso de tratamientos térmicos como medida fitosanitaria*. Roma, CIPF, FAO.

Última actualización de la historia de la publicación: 2018-05

ÍNDICE

Adopción	4
INTRODUCCIÓN	4
Ámbito de aplicación.....	4
Referencias	4
Definiciones	4
Perfil de los requisitos	4
ANTECEDENTES.....	4
EFFECTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE.....	5
REQUISITOS.....	5
1. Objetivo de los tratamientos	5
2. Aplicación de los tratamientos.....	5
3. Tipos de tratamientos.....	5
3.1 Tratamiento con frío.....	5
3.2 Tratamiento con calor.....	6
3.2.1 Tratamiento mediante inmersión en agua caliente	6
3.2.2 Tratamiento con vapor caliente	6
3.2.3 Tratamiento con calor seco	6
3.2.4 Tratamiento mediante calentamiento dieléctrico	7
4. Calibración, monitoreo y registro de la temperatura y la humedad.....	7
4.1 Mapeo térmico	7
4.2 Ubicación de los sensores para el monitoreo de la temperatura.....	8
4.2.1 Tratamiento con frío.....	8
4.2.2 Tratamiento de inmersión en agua caliente.....	9
4.2.3 Tratamiento térmico mediante vapor	9
4.2.4 Tratamiento con calor seco	10
4.2.5 Tratamiento mediante calentamiento dieléctrico	10
5. Sistemas adecuados para las instalaciones de tratamiento.....	10
5.1 Aprobación de las instalaciones	11
5.2 Prevención de la infestación después del tratamiento	11
5.3 Etiquetado	11
5.4 Monitoreo y auditoría.....	11
5.5 Requisitos relativos a las instalaciones de tratamiento	11
6. Documentación.....	11
6.1 Documentación de los procedimientos	11
6.2 Mantenimiento de registros.....	12
6.3 Documentación por la ONPF.....	12
7. Inspección.....	12
8. Responsabilidades	13

Adopción

La Comisión de Medidas Fitosanitarias adoptó esta norma en su 13.^a reunión, celebrada en abril de 2018.

INTRODUCCIÓN

Ámbito de aplicación

La presente norma brinda orientación técnica sobre la aplicación de diversos tratamientos térmicos como medida fitosanitaria para plagas reglamentadas en artículos reglamentados. La presente norma no proporciona información detallada sobre tratamientos específicos.

Referencias

En la presente norma se hace referencia a las NIMF. Las NIMF están disponibles en el Portal fitosanitario internacional (PFI): <https://www.ippc.int/es/core-activities/standards-setting/ispms>.

Definiciones

Las definiciones de los términos fitosanitarios utilizados en la presente norma figuran en la NIMF 5 (*Glosario de términos fitosanitarios*).

Perfil de los requisitos

La presente norma proporciona orientación sobre cómo podrán usarse, para el manejo del riesgo de plagas, tratamientos térmicos a efectos del cumplimiento de los requisitos fitosanitarios de importación.

La presente norma proporciona orientación sobre los principales requisitos operativos para la aplicación de cada tipo de tratamiento térmico para alcanzar un nivel de eficacia especificado en términos de mortalidad de una plaga.

La presente norma también proporciona orientación sobre los sistemas de monitoreo y registro y el mapeo térmico de las instalaciones para garantizar que la configuración instalación-producto específica permita que el tratamiento sea eficaz.

La organización nacional de protección fitosanitaria (ONPF) debería encargarse de la aprobación de las instalaciones de tratamiento, y deberían disponerse procedimientos para garantizar la medición, el registro y la documentación exactos de los tratamientos aplicados.

ANTECEDENTES

Los tratamientos fitosanitarios basados en la temperatura se consideran eficaces cuando se alcanza la combinación temperatura-tiempo específica requerida para la eficacia que ha de alcanzarse.

La finalidad de la presente norma es proporcionar requisitos genéricos para la aplicación de los tratamientos térmicos fitosanitarios, específicamente de los aprobados en el marco de la NIMF 28 (*Tratamientos Fitosanitarios para plagas reglamentadas*).

La NIMF 28 se aprobó para armonizar tratamientos fitosanitarios eficaces en una amplia gama de circunstancias y para impulsar el reconocimiento mutuo por las ONPF de la eficacia de los tratamientos, lo que podrá facilitar el comercio. En la NIMF 28 figuran los requisitos relativos a la presentación y la evaluación de los datos de eficacia y otra información pertinente sobre los tratamientos fitosanitarios, así como anexos con tratamientos térmicos específicos que ha evaluado y adoptado la Comisión de Medidas Fitosanitarias.

EFFECTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE

El uso de tratamientos térmicos como medida fitosanitaria tiene un efecto beneficioso para la biodiversidad y el medio ambiente ya que evita la introducción y la dispersión de plagas reglamentadas con el comercio de plantas y productos vegetales.

REQUISITOS

1. Objetivo de los tratamientos

El objetivo del uso de un tratamiento térmico como medida fitosanitaria es alcanzar una eficacia especificada de mortalidad de una plaga (incluida la desvitalización de las semillas como plagas).

2. Aplicación de los tratamientos

Los tratamientos térmicos podrán aplicarse en cualquier punto a lo largo de la cadena de suministro, por ejemplo:

- como parte integrante de las operaciones de producción o embalaje
- después del embalaje (p. ej., una vez que el producto ha sido embalado para su expedición)
- durante el almacenamiento
- inmediatamente antes de la expedición (p. ej., en lugares centralizados en un puerto)
- durante el transporte
- después de la descarga.

El requisito de un tratamiento térmico es que se alcance, en todo el producto, la temperatura programada durante el tiempo de tratamiento especificado, de modo que pueda alcanzarse la eficacia requerida.

Los parámetros que han de considerarse al aplicar un tratamiento térmico son la temperatura y la duración del tratamiento y, en caso pertinente, la humedad del entorno de tratamiento o el contenido de humedad del producto. Se debería alcanzar el nivel especificado para cada parámetro a fin de lograr la eficacia requerida.

El tamaño del embalaje y las atmósferas controladas o atmósferas modificadas creadas por medio del embalaje podrán alterar la eficacia del tratamiento. El embalaje debería permitir la correcta aplicación del tratamiento en toda la carga.

Cuando el tratamiento especifique un nivel mínimo de humedad, se debe retirar, abrir o perforar adecuadamente el embalaje impermeable para permitir que la humedad alcance el nivel requerido por el tratamiento.

En el protocolo de tratamiento deberían describirse los procesos de acondicionamiento previo y posterior para alcanzar la temperatura y la humedad requeridas cuando estos procesos sean fundamentales para que el tratamiento alcance la eficacia requerida al tiempo que se preserve la calidad del producto. En el protocolo deberían incluirse también procedimientos de contingencia y orientación sobre acciones correctivas para tratamientos fallidos.

3. Tipos de tratamientos

3.1 Tratamiento con frío

En el tratamiento con frío se utiliza aire refrigerado para reducir la temperatura del producto hasta un nivel igual o inferior a una temperatura específica durante un tiempo específico. El tratamiento con frío se utiliza principalmente para productos perecederos que son hospedantes de plagas endoparásitas.

El tratamiento con frío podrá aplicarse durante el transporte al país importador (p. ej., compartimentos de carga refrigerados en buques y contenedores marítimos refrigerados). El tratamiento podrá comenzar antes de la expedición y completarse en el punto de entrada o antes. Antes de comenzar el tratamiento,

el producto podrá prerrefrigerarse a la temperatura a la que será tratado. En caso pertinente, los envíos mixtos (p. ej., las naranjas y limones frescos cargados en la misma instalación) también podrán tratarse antes de la expedición o durante el transporte. En todos los casos, los productos deben protegerse de la infestación durante el tratamiento, transporte y almacenamiento. El tratamiento con frío podrá utilizarse en combinación con un tratamiento químico (p. ej., la fumigación).

3.2 Tratamiento con calor

En el tratamiento con calor se aumenta la temperatura del producto hasta la temperatura mínima requerida o una superior durante un específico.

Una vez completado un tratamiento con calor, el enfriamiento rápido del producto para conservar su calidad (en caso pertinente) solo debería realizarse si se ha comprobado que no reduce la eficacia del tratamiento.

El tratamiento con calor podrá utilizarse en combinación con un tratamiento químico, habitualmente de forma secuencial (p. ej., fumigación y tratamiento mediante inmersión).

3.2.1 Tratamiento mediante inmersión en agua caliente

En el tratamiento mediante inmersión en agua caliente (también conocido como “tratamiento hidrotérmico”) se utiliza agua calentada a una temperatura requerida para calentar la superficie del producto durante un tiempo específico o para aumentar la temperatura de todo el producto hasta la temperatura requerida durante un tiempo específico. Este tratamiento se utiliza principalmente para ciertas frutas y hortalizas que son hospedantes de moscas de la fruta, pero podrá usarse también para plantas para plantar (p. ej., bulbos ornamentales, material vitícola) y algunas semillas (p. ej., semillas de arroz y de palmera ornamental).

3.2.2 Tratamiento con vapor caliente

El tratamiento con vapor caliente (VHT), incluido el tratamiento con aire forzado a alta temperatura (HTFA)¹, utiliza vapor de agua para calentar el producto durante un tiempo específico. La gran energía calorífica del aire húmedo caliente permite que el calor del vapor aumente la temperatura del producto más rápidamente que el aire seco.

Es adecuado para los productos vegetales tolerantes a la humedad alta pero vulnerables a la deshidratación, como las frutas, hortalizas y bulbos de flores. También se utiliza para mejorar el tratamiento de los productos madereros.

El tratamiento con calor de humedad variable es un tipo de VHT o HTFA. Inicialmente se aplica aire caliente y relativamente seco (para evitar la condensación), impulsado con ventiladores, para calentar todo el producto llevándolo de la temperatura ambiente hasta la temperatura requerida, que a continuación se mantiene en aire húmedo, justo por debajo del punto de saturación, durante un período específico.

3.2.3 Tratamiento con calor seco

En el tratamiento con calor seco se utiliza aire calentado hasta la temperatura requerida para calentar la superficie del producto o para aumentar la temperatura de todo el producto hasta el nivel requerido durante un período específico. Este tratamiento se utiliza principalmente para productos con contenido de humedad bajo, como semillas, granos y madera, que no deben exponerse a la humedad.

¹ La principal diferencia entre el VHT y el HTFA es el contenido de humedad del aire caliente y el consiguiente calentamiento. En el VHT se usa habitualmente aire casi saturado, por lo que se produce condensación de agua en la superficie del producto hasta que la temperatura de la superficie del producto aumenta hasta una temperatura cercana a la del aire, mientras que durante el HTFA siempre se mantiene una temperatura de saturación inferior a la temperatura de la superficie del producto que se calienta, evitándose la condensación.

3.2.4 Tratamiento mediante calentamiento dieléctrico

El calentamiento dieléctrico aumenta la temperatura del producto sometándolo a ondas electromagnéticas de alta frecuencia que generan calentamiento mediante la rotación dipolar de las moléculas polares, en particular de las moléculas de agua. El calentamiento dieléctrico podrá generarse mediante la aplicación de radiación electromagnética de una gama de frecuencias que incluye las microondas y radioondas.

A diferencia de las técnicas de calentamiento tradicionales, en las que el calor se transfiere, mediante conducción, de la superficie del producto a su interior, y en las que, por consiguiente, la superficie está más caliente, el calentamiento dieléctrico genera calor por todo el material, incluida la parte interna, y el calor se propaga por convección y conducción hacia afuera, lo que reduce el tiempo de tratamiento. El interior del producto tiende a estar más caliente que la superficie debido a la radiación de calor.

El calentamiento dieléctrico tiene la posible ventaja de calentar selectivamente las sustancias húmedas, como las plagas, presentes en productos relativamente más secos, como la madera y los granos, lo que permite un tiempo de tratamiento menor que si se calentase todo el producto con agua o aire hasta que toda su masa alcanzase una temperatura uniforme.

4. Calibración, monitoreo y registro de la temperatura y la humedad

El equipo de monitoreo y registro de la temperatura y de la humedad, en caso pertinente, debería ser adecuado para el tratamiento térmico seleccionado. Debería evaluarse la exactitud y coherencia de la medición de la temperatura, la humedad y la duración del tratamiento realizados con este equipo.

Para garantizar que se alcanzan la temperatura, la humedad y la duración del tratamiento requeridas para un producto determinado, el equipo de monitoreo de la temperatura debería calibrarse de conformidad con las instrucciones del fabricante y las normas internacionales o las normas nacionales pertinentes, a la temperatura y humedad especificadas en el protocolo de tratamiento en el caso de los tratamientos con calor o en una mezcla fluida de hielo y agua en el caso de los tratamientos con frío.

En los métodos de monitoreo de la temperatura deberían considerarse los siguientes factores del producto sometido a tratamiento: 1) su densidad y composición (incluida la capacidad aislante del producto); 2) su forma, tamaño y volumen; 3) su orientación en la instalación (p. ej., el apilamiento y espaciado), y 4) el envasado.

La ONPF del país en el que se inicia o lleva a cabo el tratamiento debería garantizar el monitoreo y registro correctos de la temperatura y la humedad, lo que permitirá verificar el cumplimiento de los parámetros del tratamiento. El sistema de monitoreo y registro, el número y la ubicación de los sensores, y la frecuencia del monitoreo (es decir, de las lecturas de temperatura y humedad) o el registro deberían ser adecuados para el equipo de tratamiento, los productos, las normas técnicas pertinentes y los requisitos fitosanitarios de importación específicos.

4.1 Mapeo térmico

El mapeo térmico debería realizarlo la ONPF o una entidad (persona u organización) autorizada del país en el que se inicia o lleva a cabo el tratamiento. La ONPF debería asegurarse de que el mapeo térmico siga los procedimientos aprobados y sea adecuado para:

- el tipo de embalaje
- la disposición y densidad del producto en el embalaje
- la configuración de la carga que se utilizará en la instalación de tratamiento
- el tipo de instalación de tratamiento.

Deberían realizarse estudios de mapeo térmico para caracterizar la distribución de las temperaturas en la instalación de tratamiento térmico y en el producto (en relación con el volumen y la disposición del producto). Esta información se utiliza para determinar dónde deberían ubicarse los dispositivos de monitoreo y registro de la temperatura durante la aplicación de un tratamiento térmico en el que se utilice

la misma instalación y configuración del producto. No se requiere el mapeo térmico para todos los envíos, ya que está diseñado para cada instalación y podrá basarse en información sobre la configuración, disposición y densidad de una instalación o producto obtenida del historial de utilización de los tratamientos. En otros casos, las posiciones de los sensores podrán fijarse, basándose en investigaciones reconocidas. El mapeo térmico también podrá realizarse periódicamente para comprobar los posibles cambios en la distribución de las temperaturas a lo largo del tiempo. En el caso de una instalación de tratamiento parcialmente llena, se requiere un mapeo térmico independiente para determinar si la distribución de las temperaturas es significativamente diferente de la de una instalación llena y, por lo tanto, si es necesario ajustar el tratamiento en consecuencia.

Debería realizarse un mapeo térmico cuando se han efectuado modificaciones o ajustes en el equipo o en los procesos que afecten a la consecución de la temperatura requerida para el tratamiento. También debería realizarse el mapeo después de los cambios en el embalaje o en su configuración.

4.2 Ubicación de los sensores para el monitoreo de la temperatura

Cuando sea necesario monitorear la temperatura central del producto durante el tratamiento, deberían colocarse sensores en unidades representativas del producto, exceptuando el caso del tratamiento mediante calentamiento dieléctrico en el que se mide la temperatura de la superficie. En productos mixtos, los sensores deberían ubicarse de forma adecuada para permitir el monitoreo de los diferentes productos a fin de garantizar que todos hayan alcanzado la temperatura requerida y se hayan cumplido las condiciones de temperatura en todo el ciclo de tratamiento.

Los sensores deberían colocarse en las zonas del producto que tardarán más en alcanzar la temperatura central requerida (p. ej., el centro de una bolsa en la bolsa central de una paleta).

El sensor debería fijarse adecuadamente al producto, para evitar su desplazamiento y de forma que no interfiera con la transferencia de calor entre el producto y su exterior en uno u otro sentido.

El sensor debería estar completamente contenido en el producto para evitar lecturas erróneas. Los sensores de la parte central que no estén completamente contenidos deberían sellarse en el interior de los orificios de inserción con un relleno aislante y termorresistente.

Se debería evitar colocar el sensor cerca de objetos metálicos, como clavos, ya que la transferencia de calor a lo largo de los objetos metálicos podrá interferir en la exactitud de la temperatura registrada por el sensor central.

En los productos de pequeño calibre, como las cerezas o las uvas, el sensor debería insertarse en los frutos hasta una profundidad suficiente para garantizar que mide la temperatura de la pulpa y no la temperatura ambiente del aire.

Para productos de mayor calibre, los sensores deberían colocarse en las piezas más grandes, que podrán tardar más tiempo en alcanzar la temperatura central requerida.

4.2.1 Tratamiento con frío

El tratamiento con frío requiere:

- el monitoreo de la temperatura central del producto;
- una circulación del aire suficiente para garantizar que la temperatura requerida se mantenga de manera uniforme.

El número de sensores requeridos depende de factores como el protocolo de tratamiento, el tamaño del producto, el tipo de producto y el tipo de instalación de tratamiento. El número de sensores requeridos para monitorear la temperatura del producto depende también del mapeo térmico y del tamaño de la instalación de tratamiento.

El monitoreo de la temperatura del aire proporciona información útil para la verificación del tratamiento del producto, pero no como sustitución de la información relativa a la temperatura del producto.

En la instalación de tratamiento térmico se deberían utilizar al menos tres sensores. El número de sensores adicionales debería ajustarse para tener en cuenta factores tales como la densidad y la composición del producto y la configuración de la carga. También podrá requerirse el monitoreo de la temperatura del aire de salida.

Podrán instalarse más sensores en función del mapeo para compensar el posible funcionamiento incorrecto de uno o más de los sensores mínimos requeridos.

4.2.2 Tratamiento de inmersión en agua caliente

El tratamiento mediante inmersión en agua caliente requiere:

- el monitoreo de la temperatura del agua
- una circulación del agua suficiente para garantizar que la temperatura requerida se mantenga de manera uniforme
- un medio para garantizar que el producto quede completamente sumergido.

Los sensores deberían sumergirse completamente en el agua de manera que se asegure que pueden monitorear la uniformidad de la temperatura del tratamiento. Dependiendo de los requisitos del tratamiento (p. ej., si lo que debe mantenerse en una temperatura específica durante un tiempo dado es la temperatura central del producto o la temperatura del agua) podrá o no ser necesario insertar sensores en el producto. Si son necesarios, los sensores deberían ubicarse en las unidades de mayor tamaño del producto.

4.2.3 Tratamiento térmico mediante vapor

El tratamiento térmico mediante vapor requiere:

- el monitoreo de la temperatura y la humedad del aire en el interior de la instalación;
- el monitoreo de la temperatura central del producto;
- una circulación suficiente del aire calentado con vapor para garantizar la uniformidad de la temperatura y la humedad relativa en la instalación.

El número de sensores requeridos depende de factores como el mapeo térmico, el tamaño del producto y la configuración y el tipo de instalación de tratamiento. Los sensores deberían colocarse en las unidades de mayor tamaño y en la parte más fría del producto y la instalación de tratamiento térmico, determinada mediante el mapeo térmico.

El protocolo de tratamiento debería incluir:

- 1) el período de precalentamiento (también denominado calentamiento previo): tiempo mínimo necesario para que todos los sensores de temperatura alcancen la temperatura mínima requerida en el producto;
- 2) la temperatura mínima del aire y el tiempo de calentamiento, es decir, el tiempo máximo para aumentar la temperatura ambiente de la instalación hasta la temperatura mínima requerida;
- 3) la temperatura mínima del producto al final del período de precalentamiento: temperatura mínima requerida en todos los sensores que miden la temperatura central del producto;
- 4) el período de permanencia: tiempo que debe mantenerse la temperatura mínima de la parte central o la masa del producto en todos los sensores de temperatura del producto y que debe mantenerse la temperatura mínima del aire en los sensores de temperatura del aire;
- 5) el período total de tratamiento con calor: tiempo total transcurrido desde el comienzo del calentamiento del producto hasta el final del período de permanencia;
- 6) los parámetros de control de la humedad durante el tratamiento;
- 7) el tipo de refrigeración posterior al tratamiento (si procede).

4.2.4 Tratamiento con calor seco

El tratamiento con calor seco requiere:

- el monitoreo de la temperatura y la humedad del aire en la instalación;
- el monitoreo de la temperatura central del producto, cuando procede;
- una circulación suficiente del aire para garantizar la uniformidad de la temperatura y la humedad relativa en la instalación.

En los protocolos de los tratamientos con calor seco en los que se especifican requisitos de temperatura y humedad del aire, la temperatura del aire debería monitorearse con sensores de temperatura (analógicos o digitales) y la humedad debería monitorearse con termómetros de bulbo húmedo y seco o sensores de humedad.

Los sensores deberían situarse separados de toda fuente de calor y lo más lejos posible de la pared de la instalación de tratamiento, o bien podrán desarrollarse protocolos basados en una serie de tratamientos de prueba durante los cuales se haya medido la temperatura más alejada de la pared de la instalación y se haya establecido su correlación con la temperatura en la ubicación del sensor.

Podrán instalarse más sensores para compensar el posible funcionamiento incorrecto de algún sensor.

En el tratamiento con calor seco para nueces y semillas debería haber un mínimo de tres sensores de temperatura situados en el producto en lugares determinados por los estudios de mapeo térmico.

En el caso de que la temperatura del tratamiento se monitoree con sensores insertados en el producto, deberían ser adecuados para medir la temperatura central del producto. El número total de sensores debería ajustarse en función del tipo de tratamiento, el tipo de producto, el tamaño y la configuración del producto, el mapeo térmico y el tipo de instalación de tratamiento. A diferencia del monitoreo exclusivamente de la temperatura del aire, el monitoreo de la temperatura central del producto, en caso pertinente, podrá proporcionar información adicional sobre la verificación del tratamiento con calor seco.

4.2.5 Tratamiento mediante calentamiento dieléctrico

El tratamiento mediante calentamiento dieléctrico requiere el monitoreo de la temperatura en la región más fría del producto.

Dada naturaleza del calentamiento dieléctrico, los sistemas de monitoreo y registro de la temperatura han de ser compatibles con esta tecnología; por ejemplo, cámaras de infrarrojo, sensores de temperatura que no se ven afectadas por los campos electromagnéticos generados, termopares o sensores de fibra óptica.

Podrán requerirse, según corresponda, sensores que midan la temperatura interna dependiendo del tratamiento específico que haya de aplicarse a un producto determinado (p. ej., si la zona más fría del producto, según el estudio de mapeo térmico, es su parte central o su superficie).

Los sensores deberían situarse, conforme a procedimientos aprobados, para monitorear la uniformidad de la temperatura de tratamiento en la parte de mayor tamaño del producto.

5. Sistemas adecuados para las instalaciones de tratamiento

La confianza en la suficiencia de un tratamiento térmico como medida fitosanitaria se basa principalmente en la garantía de que el tratamiento es eficaz contra la plaga en cuestión en condiciones específicas y de que el tratamiento se ha aplicado correctamente. Los sistemas de aplicación de tratamientos deberían diseñarse, utilizarse y monitorearse para garantizar la correcta realización de los tratamientos y la protección de los productos contra la infestación y la contaminación después del tratamiento.

La ONPF del país en el que se ubica la instalación de tratamiento o donde se inician los tratamientos tiene el cometido de garantizar el cumplimiento de los requisitos del sistema.

5.1 Aprobación de las instalaciones

Las instalaciones de tratamiento deberían someterse a aprobación por la ONPF en el país en el que se ubica la instalación antes de que se apliquen en ellas tratamientos fitosanitarios. En los casos en que el tratamiento se aplique durante el transporte, la ONPF podrá aprobar los procedimientos para esta aplicación. Las ONPF deberían mantener una lista de instalaciones aprobadas.

5.2 Prevención de la infestación después del tratamiento

La instalación de tratamiento debería proporcionar las medidas necesarias para evitar la posible infestación o contaminación del producto después del tratamiento. Podrá ser necesario aplicar las siguientes medidas:

- mantener el producto en un recinto libre de plagas;
- embalar el producto inmediatamente después del tratamiento;
- segregar e identificar los productos tratados;
- expedir el producto inmediatamente después del tratamiento.

5.3 Etiquetado

Los productos podrán etiquetarse con números de lote de tratamiento u otros medios de identificación que permitan el rastreo de los envíos no conformes. Las etiquetas deberían ser fácilmente identificables y colocarse en lugares visibles.

5.4 Monitoreo y auditoría

La ONPF del país en el que se realiza el tratamiento térmico tiene el cometido de monitorear y auditar la aplicación de los tratamientos fitosanitarios y las instalaciones en cuyo interior se realizan los tratamientos. No debería ser necesaria la supervisión continua de los tratamientos siempre que haya un sistema para el monitoreo continuo de las temperaturas y para garantizar la seguridad de la instalación, el proceso y el producto en cuestión. El nivel de monitoreo y auditoría debería ser suficiente para detectar las deficiencias y corregirlas con prontitud.

5.5 Requisitos relativos a las instalaciones de tratamiento

Las instalaciones de tratamiento deberían cumplir los requisitos especificados por la ONPF. Podrán incluirse los siguientes elementos:

- aprobación de la instalación por la ONPF del país en el que se ubica;
- autorización de entidades por parte de la ONPF;
- el acceso de la ONPF del país en el que está ubicada la instalación a la documentación y los registros de la instalación de tratamiento;
- las acciones correctivas que habrán de tomarse en caso de incumplimiento.

6. Documentación

La ONPF del país en el que se ubica la instalación de tratamiento tiene el cometido de garantizar que los proveedores de tratamientos mantengan registros adecuados, como los datos brutos de temperatura y humedad registrados durante el tratamiento. El mantenimiento de registros correctos es fundamental para permitir la capacidad de rastreo.

6.1 Documentación de los procedimientos

Los procedimientos deberían documentarse para garantizar el tratamiento sistemático de los productos, según lo requerido. Deberían establecerse controles del proceso y de los parámetros operativos a fin de proporcionar la información necesaria para una aprobación específica de una instalación de tratamiento.

El operador de la instalación de tratamiento debería documentar los procedimientos de calibración y control de la calidad. Deberían abordar, como mínimo, los aspectos siguientes:

- los procedimientos de manipulación del producto antes, durante y después del tratamiento;
- la orientación y la configuración del producto durante el tratamiento;
- los parámetros críticos del proceso y los medios para su monitoreo;
- la calibración y el registro de la temperatura y, en caso pertinente, la calibración y el registro de la humedad;
- los planes de contingencia y las acciones correctivas que se habrán de adoptar en caso de que falle el tratamiento o de que surjan problemas relacionados con procesos críticos del tratamiento;
- los procedimientos de manipulación de los lotes rechazados;
- el etiquetado (si se requiere), el mantenimiento de registros y los requisitos de documentación;
- la capacitación del personal.

6.2 Mantenimiento de registros

Los operadores de instalaciones de tratamiento deberían mantener registros de la aplicación de todos los tratamientos. La ONPF del país importador o exportador debería tener acceso a estos registros, por ejemplo en el caso de que fuera necesario realizar un rastreo.

La instalación de tratamiento debería mantener durante al menos un año registros adecuados de los tratamientos térmicos aplicados como medida fitosanitaria a fin de permitir el rastreo de los lotes tratados. Podrá requerirse el registro de la información siguiente:

- la identificación de la instalación;
- el producto tratado;
- la plaga reglamentada objetivo;
- el envasador, el productor y el lugar de producción del producto;
- el tamaño y el volumen del lote, incluido el número de artículos o envases;
- las marcas o características que permiten la identificación;
- la fecha del tratamiento;
- cualquier desviación observada respecto del protocolo de tratamiento;
- la temperatura, humedad (en caso es necesario) y tiempo registrados;
- los datos de calibración.

6.3 Documentación por la ONPF

Todos los procedimientos de la ONPF deberían documentarse adecuadamente, y los registros, incluidos los correspondientes a las inspecciones de monitoreo realizadas y los certificados fitosanitarios emitidos, deberían conservarse durante al menos un año. En los casos de incumplimiento o en situaciones fitosanitarias nuevas o imprevistas, debería proporcionarse, previa solicitud, la documentación pertinente, según se describe en la NIMF 13 (*Directrices para la notificación de incumplimiento y acción de emergencia*).

7. Inspección

La finalidad de la inspección es comprobar el cumplimiento de los requisitos fitosanitarios de importación. Cuando se detecten plagas vivas distintas de la plaga objetivo después del tratamiento, la ONPF debería considerar si su supervivencia indica la ineficacia del tratamiento y si podrán ser necesarias otras medidas.

La ONPF del país importador podrá inspeccionar la documentación y los registros de los tratamientos realizados durante el transporte para determinar el cumplimiento de los requisitos fitosanitarios de importación.

8. Responsabilidades

La ONPF del país en el que se inicia o se realiza el tratamiento térmico tiene el cometido de evaluar, aprobar y monitorear la aplicación de los tratamientos térmicos como medidas fitosanitarias, incluidos los realizados por otras entidades autorizadas. No obstante, cuando los tratamientos se realizan o se completan durante el transporte, la ONPF del país exportador tiene habitualmente el cometido de autorizar a la entidad que aplica el tratamiento durante el transporte, y la ONPF del país importador tiene el cometido de verificar si se han cumplido los requisitos del tratamiento.