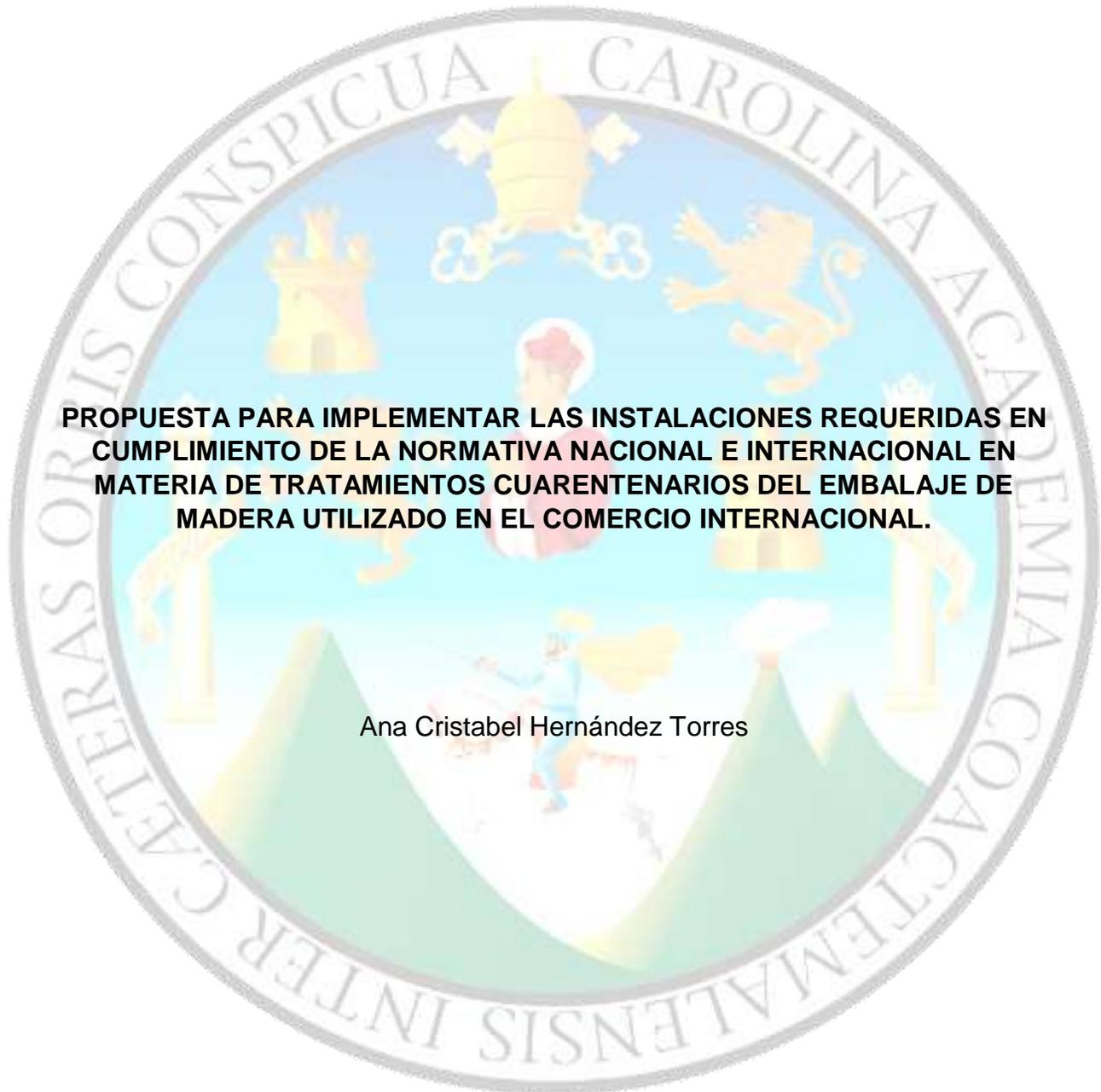


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR LAS INSTALACIONES REQUERIDAS EN  
CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL EN  
MATERIA DE TRATAMIENTOS CUARENTENARIOS DEL EMBALAJE DE  
MADERA UTILIZADO EN EL COMERCIO INTERNACIONAL.**

Ana Cristabel Hernández Torres

Maestría en Gestión de la Calidad con Especialización en Inocuidad de Alimentos

Guatemala, mayo de 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a red and white design, flanked by two golden lions. Above the shield is a golden crown. The shield is set against a light blue background with a white cross. The entire emblem is surrounded by a grey border containing the Latin text "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERAS ORBIS CONSPICUA".

**PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR LAS INSTALACIONES REQUERIDAS EN  
CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL EN  
MATERIA DE TRATAMIENTOS CUARENTENARIOS DEL EMBALAJE DE  
MADERA UTILIZADO EN EL COMERCIO INTERNACIONAL.**

Trabajo de graduación presentado por

Ana Cristabel Hernández Torres

Para optar al grado de Maestra en Artes  
Maestría en Gestión de la Calidad con Especialización en Inocuidad de Alimentos

Guatemala, mayo de 2018

**JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	DECANO
MA. Elsa Julieta Salazar de Ariaza	SECRETARIA
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	VOCAL I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	VOCAL II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	VOCAL III
Br. Andrelina Delia Irene López Hernández	VOCAL IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	VOCAL V

**CONSEJO ACADÉMICO**  
**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

Rubén Dariel Velásquez Miranda, Ph.D

María Ernestina Ardón Quezada, MSc.

Jorge Mario Gómez Castillo, MA.

Clara Aurora García González, MA.

Silvia María Morales Cabrera, MSc.

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

Por ser mi guía, mi horizonte, mi protector y por estar en cada uno de los momentos de dicha y penumbra de mi vida.

**MIS PADRES**

Ana Yolanda Torres y Francisco Hernández Pivaral, por su apoyo incondicional, por ser el pilar principal de mi vida y nuestro hogar y por guiar mi camino.

**MI HERMANO (A)**

Cristian y Katherine, por su cariño, comprensión y por compartir tantos momentos juntos y disfrutarlos en familia.

**MI FAMILIA**

Tías, primos, primas, abuelitas (†), y demás familia.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**

**DE GUATEMALA**

Por haberme formado como profesional.

**TODOS AQUELLOS QUE ME HA APOYADO HASTA ESTE PUNTO**

## RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación se lleva a cabo con la finalidad de facilitar opciones a la pequeña y mediana empresa dedicada a la elaboración de embalaje de madera y/o aplicación de tratamientos fitosanitarios, para evitar inconvenientes por incumplimiento a las normativas aplicables y contribuir a la facilitación de un comercio seguro de embalaje de madera. En la actualidad, muchas personas individuales y/o jurídicas desconocen cómo llevar a cabo el adecuado tratamiento térmico del embalaje de madera, así como el acondicionamiento del espacio para esta actividad. El cumplimiento de las regulaciones nacionales e internacionales es parte de una adecuada gestión de calidad en la industria que hace uso del embalaje de madera.

El tratamiento térmico al embalaje de madera consiste en aplicar al corazón de la madera una temperatura de 56°C, con la finalidad de eliminar cualquier plaga que pueda hospedarse en este tipo de material. De esta forma se cumple con las exigencias fitosanitarias nacionales e internacionales.

En el presente trabajo se plantea la importancia de acondicionar adecuadamente los ambientes del horno, para ello, se presentan dos propuestas:

1. Acondicionamiento de Caja de Tráiler
2. Acondicionamiento de Obra Civil

Para ambas propuestas se brinda la descripción de los equipos e instalaciones requeridas; luego se describe el procedimiento y registros que se deben implementar para llevar a cabo el tratamiento térmico adecuado.

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. ANTECEDENTES .....	13
III. JUSTIFICACIÓN.....	15
IV. OBJETIVOS .....	17
V. MARCO TEÓRICO.....	18
1. Plagas que atacan la madera .....	19
1.1 Anobiidae.....	20
1.2 Bostrichidae .....	22
1.3 Buprestidae.....	24
1.4 Cerambycidae.....	27
1.5 Curculionidae.....	29
1.6 Isoptera .....	31
1.7 Lyctidae.....	32
1.8 Oedemeridae .....	33
1.9 Scolytidae .....	36
1.10 Siricidae .....	39
1.11 Bursaphelenchus Xylophilus .....	41
2. Descripción del horno de tratamiento térmico para el embalaje de madera .....	44
2.1 Sistema de calefacción .....	44
2.2 Sistema de circulación del aire .....	47
2.3 Cámaras de tratamiento térmico.....	49
3. Procedimiento de tratamiento fitosanitario para el embalaje de madera.....	51
3.1 Tratamiento químico.....	51
3.1.1 Aplicación en cámara fija .....	52
3.1.2 Aplicación bajo carpa .....	54
3.2 Tratamiento térmico.....	56
3.2.1 Especificaciones técnicas del tratamiento térmico .....	56
4. Acuerdos internacionales .....	57
4.1 Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 15 Reglamentación del embalaje de madera utilizado en el comercio internacional ...	57
4.1.1 Fundamento para la reglamentación .....	57

4.1.2	Reglamentación para el embalaje de madera .....	58
4.1.3	Medidas fitosanitarias para el embalaje de madera .....	59
4.1.4	Medidas fitosanitarias aprobadas .....	59
VI.	METODOLOGÍA .....	61
VII.	RESULTADOS.....	62
1.	Acondicionamiento de cámara para tratamiento térmico fitosanitario.....	62
1.1	Propuesta No. 1: Acondicionamiento de Caja de Tráiler para realización de Tratamiento Térmico .....	62
1.1.1	Quemador/Caldera .....	63
1.1.2	Cámara, Horno o Sanitizador.....	64
1.1.3	Equipo para determinación de temperaturas internas.....	64
1.1.4	Registro de control de temperatura externa del horno o sanitizador .....	65
1.1.5	Manómetros.....	67
1.1.6	Equipo de Ventilación.....	67
1.1.7	Registro de la temperatura al centro de la madera .....	69
1.1.8	Capacidad máxima del horno para aplicación de tratamiento térmico .....	71
1.1.9	Bodega para embalajes tratados .....	72
1.2	Propuesta No. 2: Acondicionamiento de obra civil para realización de tratamiento térmico.....	74
1.2.1	Quemador/Caldera .....	74
1.2.2	Cámara, horno o sanitizador .....	75
1.2.3	Equipo de Ventilación.....	76
1.2.4	Capacidad máxima del horno para aplicación de tratamiento térmico .....	78
1.2.5	Bodega para embalajes tratados .....	78
2.	Procedimiento de tratamiento térmico para el embalaje de madera .....	80
2.1	Requisitos de tratamiento y marcado para el embalaje de madera que se reutiliza, repara o recicla .....	82
2.1.1	Reutilización del embalaje de madera .....	82
2.1.2	Embalaje de madera reparado.....	82
2.1.3	Embalaje de madera reciclado.....	83
2.1.4	Marca para el embalaje de madera .....	83
2.1.5	Sello aparte de la marca para el embalaje .....	86
3.	Control higiénico-sanitario y fitosanitario de tarimas de madera en la industria alimentaria. ....	87
3.1	Tipos de pallets .....	87

3.2	Manejo y limpieza de pallets de madera en una planta de alimentos .....	88
3.3	Aspectos higiénicos del manejo de pallets en la industria de alimentos.....	88
3.4	Tratamientos de limpieza y desinfección .....	90
3.5	Importancia del Control Fitosanitario de tarimas de madera en la Industria alimentaria .....	90
VII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	92
VIII.	CONCLUSIONES.....	94
IX.	RECOMENDACIONES.....	96
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	97
XI.	ANEXOS.....	103

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anobiidae .....	22
Figura 2. Bostrichidae .....	24
Figura 3. Buprestidae.....	26
Figura 4. Cerambycidae .....	29
Figura 5. Curculionidae.....	31
Figura 6. Isoptera .....	32
Figura 7. Lyctidae .....	33
Figura 8. Oedemeridae.....	36
Figura 9. Scolytidae .....	39
Figura 10. Siricidae .....	40
Figura 11. Bursaphelenchus Xylophilus .....	43
Figura 12. Diagrama de una estufa de secado con intercambiadores de calor tipo tubos aletados .....	46
Figura 13. Alternativas en la distribución del sistema de calefacción y circulación del aire en una cámara.....	47
Figura 14. Separaciones en el fondo y el frente de la cámara que deben dejarse para la circulación.....	48
Figura 15. Cámara de tratamiento térmico y secado tipo compartimento, para carga lateral con montacargas .....	50
Figura 16. Cámara de secado con plafón central y desviadores colgantes laterales .....	51
Figura 17. Chimenea para generar calor .....	63
Figura 18. Ducto conductor de calor.....	63
Figura 19. Horno sanitizador tipo caja tráiler .....	64
Figura 20. Termómetro Infrarrojo .....	65
Figura 21. Registro de Reporte de Tratamiento Térmico Fitosanitario .....	66
Figura 22. Reloj de temperatura para puertas de hornos .....	67
Figura 23. Equipo de ventilación .....	68
Figura 24. Ubicación de Ventiladores en Horno .....	69
Figura 25. Registro de Control de Temperatura al Centro de la Madera .....	70
Figura 26. Capacidad del horno para tratamiento térmico .....	71
Figura 27. Capacidad del horno para tratamiento térmico 2 .....	71
Figura 28. Bodega para embalajes tratados.....	72
Figura 29. Bodega para embalaje tratado colindante al horno de tratamiento térmico .....	73
Figura 30. Ejemplo de Rótulo para Identificación del establecimiento.....	73
Figura 31. Quemador/Caldera .....	75
Figura 32. Cámara, Horno o Sanitizador de Embalaje de Madera.....	76
Figura 33. Ubicación de Ventiladores.....	77
Figura 34. Capacidad máxima del horno de tratamiento térmico .....	78
Figura 35. Horno para embalajes tratados .....	79
Figura 36. Bodega para embalajes tratados 2 .....	79
Figura 37. Modelos para marca del embalaje de madera .....	85
Figura 38. Sello -MAGA- aparte de la marca para el embalaje .....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas del tratamiento químico .....	56
Tabla 2. Análisis de Resultados .....	92

## I. INTRODUCCIÓN

Existen agentes destructores que producen daños a la madera; para eliminarlos, se utiliza el tratamiento químico o térmico. La diferencia entre los tratamientos mencionados radica en que el tratamiento químico consiste en la exposición de la madera a bromuro de metilo, un insecticida tóxico que puede causar daños a las personas que lo manipulan y contribuir al deterioro de la capa de ozono. Por ello, se recomienda la utilización del tratamiento térmico, proceso en el cual la madera es tratada térmicamente hasta alcanzar una temperatura de 56°C al centro de ésta, durante un período mínimo de treinta minutos. Este tratamiento permite la eliminación de agentes destructores de la madera sin la exposición tóxica del bromuro de metilo.

Según la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) N. ° 15 y la legislación nacional, Acuerdo Ministerial No. 03-2014, en la aplicación de normas fitosanitarias y entrevistas a personal de la Dirección de Sanidad Vegetal del MAGA, se recopiló la información necesaria para proporcionar en este documento las dos opciones para acondicionar el horno para el tratamiento térmico del embalaje de madera, las cuales se establecen en el capítulo 3.

Debido a esta nueva disposición, todos los embalajes de madera utilizados para la exportación de mercadería fuera del territorio Centro Americano deben ser de madera tratada, por lo que las empresas e industrias exportadoras deberán emplear algún tipo de tratamiento para la misma.

Cabe resaltar que, a nivel mundial se ha reconocido que una de las principales vías de introducción y desimanación de plagas es el embalaje de madera; por consiguiente, las entidades gubernativas se han visto en la necesidad de crear una serie de normativas para tratamientos fitosanitarios al embalaje de madera, para prevenir y controlar el traslado de plagas de un país a otro. Las normativas, tanto internacionales como nacionales regulan estos procesos por lo que su cumplimiento es de gran importancia para toda empresa que fabrique y/o realice el tratamiento térmico al embalaje de madera. Han surgido casos en que por incumplimiento de las normativas se han visto afectadas económicamente. Por ejemplo, en la industria alimentaria por presencia de ciertas plagas en el embalaje de madera se han rechazado contenedores, lo cual representa una pérdida económica para las empresas en la mayoría de casos.

Al haber tan poca información que sirva como guía para los empresarios sobre cómo acondicionar los ambientes de un horno y bodega y cómo se realiza el tratamiento térmico del embalaje de madera, se propone este trabajo en colaboración con la pequeña y mediana empresa, para que sirva de orientación para el cumplimiento de las normativas aplicables y contribuir al comercio seguro de embalaje de madera.

## II. ANTECEDENTES

El manejo de las plagas y la prevención de su dispersión son aspectos fundamentales para ayudar a asegurar el mantenimiento de la sanidad de los bosques y alcanzar los objetivos de la silvicultura sostenible. Ciertos insectos, agentes patógenos y otras plagas no nativos están planteando nuevas amenazas a la sanidad forestal debido al crecimiento del comercio internacional y la explotación de nuevas oportunidades de mercado. La modificación de los hábitats y el aumento de los movimientos internacionales de plagas asociado al comercio de plantas, productos vegetales y otros artículos, como: contenedores, suelo, equipos industriales y equipajes personales, ha contribuido a la dispersión de las plagas, tanto dentro de los países como entre ellos.

Tradicionalmente, las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF), designadas en virtud de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), se han ocupado principalmente de los cultivos agrícolas. En los últimos años, las plagas forestales han pasado a ser una preocupación prominente, por lo que es necesario reforzar la comunicación entre el personal del sector forestal y las ONPF. Todos los sectores de la industria forestal deben conocer qué es la CIPF y cómo funcionan las ONPF para que el sector forestal pueda participar efectivamente en la aplicación de las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF) y ayudar a conservar la sanidad forestal. Comprender el contenido de las NIMF, dirigidas a los expertos fitosanitarios, no es tarea fácil para los silvicultores y, a menudo, es necesario explicar las diferencias existentes entre la terminología fitosanitaria y la forestal.

Por esa razón, la FAO inició una actividad en la que involucró a diversos grupos de interés con el objetivo de elaborar la presente guía, en la que se proporciona a los actores del sector forestal orientaciones claras y concisas sobre prácticas de sanidad forestal, con descripciones sencillas de las NIMF y sugerencias para

mejorar su aplicación en el ámbito nacional. La guía se ha elaborado mediante un proceso consultivo en el que ha participado un grupo internacional de científicos, autoridades fitosanitarias y representantes del sector forestal. La elaboración de la guía ha recibido el apoyo de la Secretaría de la CIPF en la FAO.

Es fundamental comprender y aplicar las NIMF para mantener la sanidad y la vitalidad forestales, especialmente debido a que la expansión del comercio internacional ha incrementado el riesgo de introducción de nuevas plagas y factores como el cambio climático local han aumentado la posibilidad de establecimiento de plagas en nuevas áreas. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2012)

### III. JUSTIFICACIÓN

La finalidad de este documento es proporcionar información requerida acerca de cómo deben acondicionarse las instalaciones para llevar a cabo la implementación de los procesos de tratamiento térmico al embalaje de madera para exportación, en cumplimiento con las normativas aplicables, internacionales y nacionales. El contenido del documento reviste de interés especial para el sector de la industria maderera y beneficiará también a las personas encargadas de la elaboración de políticas, planificación y educación en materia forestal. En él se proporciona información de fácil comprensión sobre la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) N.º 15 y la legislación nacional Acuerdo Ministerial No. 03-2014, en la aplicación de normas fitosanitarias y la facilitación del comercio seguro de embalaje de madera.

Lo anterior deriva de que, a nivel mundial, se ha reconocido al embalaje de madera como una de las principales vías de introducción y desimanación de plagas; por consiguiente, se ha visto la necesidad de crear una serie de normativas para tratamientos fitosanitarios al embalaje de madera y así prevenir el traslado de plagas de un país a otro. Por ende, todas las empresas que se dediquen a este comercio, al implementar las normativas estarán proveyendo de embalaje de calidad, en cumplimiento con la legislación aplicable.

Por lo anterior, y derivado de que no se cuenta con suficiente información para la pequeña y mediana empresa dedicada a la fabricación de embalaje de madera y/o aplicación de tratamiento térmico a ésta, surge esta propuesta para facilitar opciones de cómo debe acondicionarse los ambientes de un horno de tratamiento térmico para el embalaje de madera.

Con esta propuesta, se proporciona a este tipo de empresas opciones accesibles y funcionales para implementar la calidad y contribuir a la facilitación de un comercio seguro de embalaje de madera, así como al cumplimiento con las regulaciones nacionales e internacionales para este tipo de producto.

## IV. OBJETIVOS

### General

- Proponer las instalaciones requeridas para el acondicionamiento del horno para el proceso de tratamiento térmico del embalaje de madera, bajo las directrices de las normativas internacionales y nacionales aplicables.

### Específicos

- Describir el proceso de tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera.
- Realizar los procedimientos de forma documental necesarios para el proceso de tratamiento térmico del embalaje de madera.
- Indicar cómo influye el adecuado manejo fitosanitario de las tarimas de madera en una planta de alimentos.

## V. MARCO TEÓRICO

La madera o los productos de madera, con exclusión de los productos de papel, son utilizados para sujetar, proteger o transportar un envío, incluyen las tarimas, la madera de estiba, las jaulas, los bloques, los barriles, los cajones, las tablas para carga, los collarines de tarimas y los calces, embalaje que puede acompañar a casi cualquier envío, incluso a aquellos que normalmente no son objeto de inspección fitosanitaria. (MAGA, 2005)

A nivel mundial se reconoce al embalaje de madera como una de las principales vías de introducción y diseminación de plagas; dado que con frecuencia resulta difícil determinar el origen de la misma, en marzo de 2002, la IPPC (International Plant Protection Convention) decidió adoptar la norma internacional denominada: *“Directrices para Reglamentar el Embalaje de Madera Utilizado en el Comercio Internacional”* (Aduana en México y el Mundo, 2011)

“Los embalajes de madera son esenciales en el comercio internacional para el movimiento y protección de bienes y mercancías; sin embargo, son comúnmente fabricados con madera de calidad limitada que carece de un procesamiento o tratamiento suficiente para eliminar las plagas vivas presentes en la madera en rollo o recién cortada.” (Semarnat, 2005)

“Como consecuencia, se han realizado, en los diversos puntos de ingreso de bienes o mercancías de importación, intercepciones de plagas no nativas de importancia cuarentenaria presentes en el embalaje de madera, las cuales son capaces de sobrevivir, introducirse y dispersarse en cualquier parte del mundo, por lo que el embalaje de madera es considerado una de las principales vías en el movimiento de plagas no nativas, de cuarentena.” (Semarnat, 2005)

Existen agentes destructores que producen daños a la madera; para eliminarlos, se utiliza el tratamiento químico o térmico. La diferencia entre los tratamientos

mencionados radica en que el tratamiento químico consiste en la exposición de la madera a bromuro de metilo, un insecticida tóxico que puede causar daño a las personas que lo manipulan y contribuir al deterioro de la capa de ozono. Por ello que se recomienda la utilización del tratamiento térmico, que consiste en el calentamiento del embalaje de madera descortezada, de acuerdo con un programa de tiempo y temperatura que permita alcanzar una temperatura mínima al centro de la tabla de 56 °C por un mínimo de 30 minutos. Este tratamiento permite la eliminación de agentes destructores de la madera sin la exposición tóxica al bromuro de metilo. (Francisco Alejandro Girón Arévalo, 2006)

Familias de plagas destino del tratamiento: Entre los insectos de interés cuarentenario a los cuales se destinan los tratamientos, se puede mencionar; Anobiidae, Bostrichidae, Buprestidae, Cerambycidae, Curculionidae, Isoptera, Lyctidae (con algunas excepciones para Tratamientos térmicos), Oedemeridae, Scolytidae y Siricidae. Para el caso de nemátodos la especie *Bursaphelenchus Xylophilus*. (MAGA, 2005)

Para cumplir con las exigencias fitosanitarias y aplicar el tratamiento térmico a la temperatura de 56 °C, en el corazón de la madera existen dos vías de actuación según las condiciones del secadero. (Confemadera, 2004)

## **1. Plagas que atacan la madera**

Como material orgánico, la madera forma parte del sistema en permanente evolución, esto es de la transformación. Los hongos y muchos insectos lo pueden considerar un buen alimento. No en todas las especies, que de hecho algunas se auto protegen. Por muy ecologistas que se sea no es correcto que la biodegradación de la madera de los muros y cubiertas se transformen en nuevas formas de vida. La tecnología ha reducido sensiblemente este problema. (Wood madera laminada, 2012)

Los agentes destructores que producen mayores daños a la madera son: los hongos, los insectos xilófagos saprófitos y los invertebrados marinos. (Europest I+D, N/A)

## 1.1 Anobiidae

Orden COLEÓPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie BOSTRICHIFORMIA Forbes, 1926

Superfamilia BOSTRICHIDEA Latreille, 1802

Los *Anobiidae* son diversos en forma y frecuentemente se le confunde con miembros de otras familias. Los anobiídos comúnmente encontrados, especialmente en áreas tropicales, son compactos, con el protórax excavado ventralmente de forma tal que éste se ajusta a la base de los élitros y cubre la cabeza y las antenas. Los *Ptininae* son muy diferentes en forma e incluyen los llamados escarabajos araña. Otra forma inusual en la región Neotropical es *Gnostus*, que posee antenas altamente modificadas y vive con las hormigas. (John F. Lawrence, 2001)

Dentro de la familia *Anobiidae* se encuentra la "carcoma de los muebles", la especie *Anobium punctatum* (De Geer, 1774), y el "reloj de la muerte", que es la especie *Xestobium rufovillosum* (De Geer, 1774), dos plagas de la industria de los muebles y de la madera. El *Anobium punctatum* está especialmente difundido en las zonas de clima marítimo y en los lugares donde prevalecen condiciones de elevada humedad. El ataque tiene lugar de preferencia sobre la madera cortada y ya en obra, con indiferencia sobre la conífera o la latifolia e involucran la albura y el duramen. Las larvas son responsables de excavar galerías con carcoma gruesa mezclada con excrementos. Aunque esté muy afectada, la madera no pierde completamente su resistencia y la estructura es siempre reconocible. El *Xestobium rufovillosum* ataca de preferencia la madera cortada y ya en obra, pero siempre

suficientemente húmeda, de latifolio diverso (Encina, Olmo, Nogal, Aliso, Chopo) o sobre viejos troncos de Sauce. Los daños del *Xestobium* son análogos a los del *Anobium*. Es de significativa importancia para las maderas utilizadas en las estructuras en viejas construcciones en la mayor parte de Europa.

#### Características:

- Antenas con 11, o raramente 3 o de 8 a 10 segmentos filiformes o pectiniformes o raramente flabeladas o con una maza de 3 o raramente 1 segmento, con inserciones antenales expuestas o cubiertas.
- Maza antenal: cuando está presente, generalmente es grande, floja y asimétrica.
- Porción visible de la procoxa globular, se proyecta por debajo del proesterno con el trocántin cubierto al menos parcialmente expuesto.
- Cavidad procoxal externamente abierta e internamente cerrada.
- Mesocoxas separadas por 0,4 a más de 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal cerrada.
- Formula tarsal 5-5-5.
- Número de ventritos 5 con 2 ó 3 connados.
- Longitud del cuerpo 1,1 a 7 mm.
- Ampliamente ovalados a alargados, glabros a pubescentes.
- Cabeza generalmente unida ventralmente y no visible desde arriba; frecuentemente, se ajusta dentro del protórax excavado; cuerpo frecuentemente muy compacto.
- Antenas de 3 segmentos sólo en *Gnostus*. (Insectos de Argentina y el Mundo, N/A)

**Figura 1. Anobiidae**



Fuente: <http://web.bioucm.es/cont/ea/sesiones.php?sesion=39&bloque=2>

## **1.2 Bostrichidae**

Orden COLEÓPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie BOSTRICHIFORMIA Forbes, 1926

Superfamilia BOSTRICHIDEA Latreille, 1802

BOSTRICHIDAE Latreille, 1802

Características:

- Antenas con 9 a 11 segmentos y una maza de 2 ó 3 segmentos. Inserciones antenales expuestas o cubiertas.
- Maza antenal generalmente grande y no compacta.
- Porción visible de la procoxa globular, proyectada por debajo del proesterno con el trocántin cubierto.

- Cavidad procoxal externamente abierta a cerrada e internamente cerrada.
- Mesocoxas contiguas a separadas por más de 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal cerrada.
- Fórmula tarsal 5-5-5.
- Número de ventritos 5, sin ventritos connados.
- Longitud del cuerpo 2 a 20 mm.
- Alargados, delgados, cilíndricos a aplanados, glabros o pubescentes.
- Cabeza saliente hacia adelante y expuesta en *Lyctinae* y *Polycaoninae*, unida ventralmente y cubierta por arriba en *Dinoderinae* y *Bostrichinae*.
- Ojos ovales.
- Protibias frecuentemente modificadas con dientes o espinas; tarsos largos, lobulados o no.
- Los miembros típicos de la familia *Bostrichidae* se distinguen por el cuerpo más o menos cilíndrico y protórax en forma de capucha del cual se proyecta la cabeza más o menos ventralmente. Muchos presentan protibias modificadas y ápices elitrales fuertemente declinados. Se asemejan a los *Scolytinae* de Curculionidae pero difieren de ellos por presentar una maza antenal con segmentos sueltos y ojos redondeados. Miembros menos típicos del grupo se incluyen en los *Lyctinae* y *Polycaoninae*, que tienen una cabeza más o menos prognata.

- *Rhyzopertha dominica*, una plaga de la familia *Bostrichidae*, es un pequeño escarabajo de color café oscuro, cuerpo cilíndrico, de unos 3 mm de largo. La larva es de cuerpo pesado, cilíndrico. Las larvas de este bostrichido se alimentan de semillas, lo que los convierte en plaga de importancia comercial porque atacan los granos almacenados. Los huevos son depositados solos o en grupos y las larvas pueden entrar en las semillas y desarrollarse en su interior; también suelen alimentarse externamente de la harina en polvo que se acumula de la alimentación de los adultos o de otras larvas. La pupa puede encontrarse dentro del grano o fuera. Las larvas y los adultos son capaces de agujerear artículos como libros y madera. Su ciclo de vida de huevo a adulto es de 58 días en promedio. (Insectos de Argentina y el Mundo, N/A)

**Figura 2. Bostrichidae**



Fuente: <http://axxo> <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-bostrichidae.htm>

### **1.3 Buprestidae**

Orden COLEÓPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie ELATERIFORMIA Crowson, 1960

Superfamilia BUPRESTOIDEA Leach, 1815  
BUPRESTIDAE Leach, 1815.

Características:

- Las coxas posteriores no dividen el primer esternito abdominal.
- Cuerpo duro, de forma elíptica, abombados, de tamaños de 2 a 80 mm.
- La mayoría de las especies son de coloración brillante o metálica, especialmente en la superficie ventral.
- Antenas usualmente cortas y serriformes.
- Fórmula tarsal 5-5-5.
- La mayoría de los bupréstidos son de tamaño pequeño a medio, aunque hay insectos de esta familia que llegan hasta grandes tamaños. La familia presenta dos extremos en cuanto a morfología y ecología: los de la subfamilia Trachyinae son pequeños (2 a 6 mm), romboidales, aplanados dorsoventralmente y como larvas son minadores de hojas. El resto de la familia son barrenadores de madera y son más grandes, alargados y en general algo aplanados. Algunas especies están cubiertas por un polvo ceroso amarillo y algunas tienen diseños formados por setas. En todas las especies el cuerpo está fuertemente esclerotizado, la cabeza está retraída dentro del protorax hasta los ojos, la frente es aplanada y vertical y las antenas son serriformes.
- El comportamiento de los adultos está relacionado con el tipo de alimentación de las larvas. Las especies que taladran madera son más numerosas en áreas con baja precipitación y una fuerte estación seca y

generalmente son encontrados sobre troncos y ramas de árboles recién muertos. Los adultos son más activos durante los períodos más soleados del día, vuelan activamente y son difíciles de capturar. Las especies minadoras de hojas son más comunes en áreas de más alta precipitación y los adultos frecuentemente se alimentan de las hojas del hospedero de la larva. Estas especies minadoras se comen todas las capas internas de la hoja y pueden ser serpentiformes o en forma de parche, dependiendo de la especie. El tiempo transcurrido desde huevo a adulto es de alrededor de 2 meses y las minas son más frecuentes en la estación lluviosa. Algunas especies de algunos géneros forman celdas pupales. Todos los estadios pueden ser parasitados. A excepción de algunas de las especies más grandes de taladradores de madera, la mayoría de los buprestidos, de los dos tipos ecológicos, son relativamente específicos en cuanto a su planta hospedera. Muchos están asociados con dicotiledóneas leñosas, especialmente leguminosas; sin embargo, se conocen minadores de hojas de helechos arborescentes y monocotiledóneas tales como ciperáceas y palmas. Ocurre mimetismo en adultos, tanto de minadores como de barrenadores. (Insectos de Argentina y el Mundo, N/A)

**Figura 3. Buprestidae**



Fuente: <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-buprestidae.htm>

## 1.4 Cerambycidae

Orden COLEOPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie CUCUJIFORMIA Lameere, 1938

Superfamilia CHRYSOMELOIDEA Latreille, 1802

CERAMBYCIDAE Latreille, 1802

### Características

- Antenas con 11 segmentos, filiformes o moniliformes o pectiniformes o flabeladas. Inserciones antenales expuestas.
- Porción visible de la procoxa transversa proyectándose por debajo del proesterno con el trocántin cubierto o al menos parcialmente expuesto.
- Cavity procoxal externamente abierta o cerrada e internamente abierta o cerrada.
- Mesocoxas separadas por menos de 0,4 veces el ancho coxal a 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavity mesocoxal abierta o cerrada.
- Fórmula tarsal raramente 5-5-5 ó 5-5-5 pero con tarsómero 4 reducido y tapado en la base del lóbulo del 3 (pseudotetrámero).
- Número de ventritos 5, sin ventritos connados.
- Longitud del cuerpo 2,5 a 160 mm.
- Alargados, generalmente delgados, glabros o pubescentes, con antenas largas e inserciones antenales prominentes.

- La mayoría de las especies de esta familia tiene, el cuerpo alargado y aproximadamente cilíndrico, con antenas sumamente largas, a excepción de algunas en la subfamilia *Prioninae* y los *Parandrinae*.
- En muchas ocasiones el primer segmento antenal es mucho más largo que los demás y los ojos pueden rodearlo parcial o totalmente. El cuerpo puede presentar una coloración vistosa e inclusive metálica. Los tarsos generalmente son bilobulados.
- Las especies de la subfamilia *Parandrinae* son conocidas como "cerambícidos aberrantes" ya que son diferentes a la mayoría, especialmente porque la longitud de sus antenas no sobrepasan la base de los élitros.
- Cerambycidae es una familia muy numerosa que comprende 5.000 especies en la región neotropical.
- La gran mayoría de los adultos de *Cerambycidae*, especialmente aquellos de coloración vistosa, son diurnos y se alimentan de polen. Otros pueden alimentarse de madera, hojas o savias. Cuando la coloración es oscura o críptica, por lo general son de hábitos nocturnos y durante el día se les puede encontrar en reposo sobre troncos caídos. La madera recién cortada les resulta atrayente. La mayoría son barrenadores de madera durante su fase larval y muchas especies son dañinas en bosques y árboles frutales.
- Las especies de varios géneros, por ejemplo *Oncideres* y *Cephalodina*, son conocidos como "cortapalos", ya que las hembras generalmente depositan sus huevos debajo de la corteza de ramas tiernas y posteriormente, con la ayuda de sus mandíbulas, hacen un surco profundo alrededor. Luego la rama muere y casi sólo una larva puede desarrollarse por rama.

- La mejores formas para colectarlos es atrayéndolos con luces, visitando ramas y árboles recién caídos o plantas en floración, donde los adultos se congregan y pueden ser atrapados directamente. También mediante redes de intercepción, cebos dulces o el uso de la trampa Malaise. (Insectos de Argentina y el Mundo, N/A)

**Figura 4. Cerambycidae**



Fuente: <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-cerambycidae.htm>

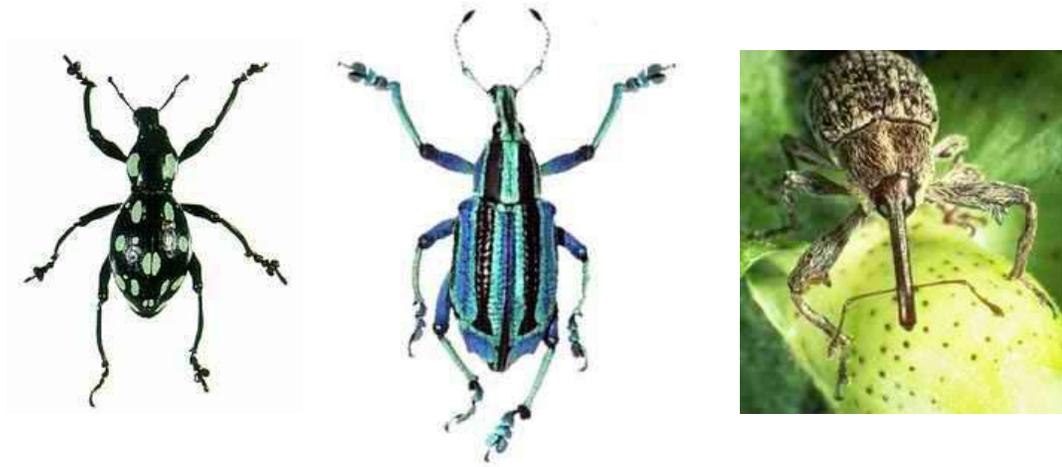
## 1.5 Curculionidae

Características:

- Los *Curculionidae* son raramente confundidos con otras familias, excepto quizá los miembros de *Scolytinae* y *Platypodinae*, que semejan a algunos *Bostrichidae* o *Ciidae*, pero difieren en que tienen ojos alargados y una antena con antenas geniculadas, con una maza sólida.
- Antenas geniculadas con 7 a 11 segmentos y una maza de 1 a 4 segmentos. Inserciones antenales expuestas o cubiertas.

- Porción visible de la procoxa proyectándose por debajo del proesterno con el trocántin cubierto.
- Cavidad procoxal externamente cerrada e internamente cerrada.
- Mesocoxas contiguas a separadas por más de 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal cerrada.
- Fórmula tarsal raramente 5-5-5 ó 5-5-5, con tarsómero 4 reducido y tapado en la base del lóbulo del 3 (pseudotetrámero).
- Número de ventritos 5 ó raramente 6, con aparentemente 0 ó con 2 connados.
- Longitud del cuerpo 0,8 a 40 mm.
- Cuerpo altamente variable en forma, glabros o pubescentes o escamosos.
- Rostro generalmente bien desarrollado, aunque puede ser reducido o ausente en algunos grupos; labro no visible y palpos reducidos e inmóviles.
- Lados del protórax no marginados.
- Tarsómero 3 generalmente lobulado.
- Pigidio expuesto o cubierto. (Insectos de Argentina y el Mundo, N/A)

**Figura 5. Curculionidae**

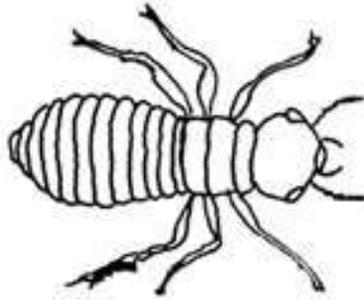


Fuente: <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-curculionidae.htm>

## **1.6 Isoptera**

De: isos (isos), igual, y pteron (pteron), ala, por las alas iguales de los reproductores alados. El nombre común de estos insectos es termitas, pero también son llamados comejenes, polillas u hormigas blancas. Las termitas son insectos sociales y tienen un sistema de castas altamente desarrollado. El aparato bucal es masticador y se alimentan de madera. La celulosa es digerida por protozoarios flagelados que viven en el tracto digestivo de las termitas. Algunas especies son consideradas plagas, pues construyen sus termiteros en casas habitación o en árboles de importancia económica. (Francisco Alejandro Girón Arévalo, 2006)

## Figura 6. Isoptera



Fuente: Francisco Alejandro Girón Arévalo, 2006

### 1.7 Lyctidae

Las carcomas de la familia Lyctidae son semejantes a las de la familia Anobiidae, aunque han adoptado una estrategia diferente. Así, mientras la carcoma común *A. punctatum* es poco exigente en cuanto a la calidad de la madera al alimentarse de celulosa, las carcomas *Lyctus* atacan solamente madera con un contenido elevado en proteína, almidón y carbohidratos; su tiempo de desarrollo es mucho menor. Sin embargo, esto reduce las maderas susceptibles de ser atacadas por estas especies.

#### Morfología:

El adulto tiene unos 5 mm de longitud, de forma alargada, cuerpo aplando y bordes paralelos. Su color es pardo-rojizo. A diferencia de *Anobium* el protórax no cubre totalmente su cabeza, visible dorsalmente.

Las larvas son pequeñas, entre 5-7 mmm de longitud, de color blanquecino, curvadas, pilosidad escasa y patas cortas.

## **Biología:**

Las hembras fecundadas tienen que localizar la madera adecuada para poner los huevos. Una vez localizada, deposita los huevos en los conductos de la madera expuestos al aire. Para ello, tienen un ovopositor alargado que facilita la introducción de los huevos, que también son de forma tubular. Las hembras ponen unos 80 huevos. Estos eclosionan a los 7 días a 25°C, a temperaturas inferiores el período se alarga. El tiempo de desarrollo larvario es de 8-10 meses en condiciones óptimas de humedad y temperatura. El estadio de pupa dura unos 12-20 días; al desarrollar en una cámara cerca de la superficie. El adulto que eclosiona de la pupa sale al exterior por agujeros cilíndricos de 1-1,5 mm de diámetro.

Se alimentan solo de determinados tipos de madera, especialmente de las frondosas, siendo las coníferas y el fresno especialmente resistentes a este insecto. (Desinfecciones Aerosol, N/A)

**Figura 7. Lyctidae**



Fuente: <http://www.desinfeccionesaerosol.com/enciclopedia-de-plagas/carcoma/carcoma-lyctidae/>

### **1.8 Oedemeridae**

Orden COLEOPTERA Linnaeus, 1758

Suborden POLYPHAGA Emery, 1886

Serie CUCUJIFORMIA Lameere, 1938

Superfamilia TENEBRIONOIDEA Latreille, 1802

OEDEMERIDAE Latreille, 1810

Características:

- Antenas con 11 segmentos, filiformes o serriformes o claviformes. Inserciones antenales expuestas o cubiertas.
- Porción visible de la procoxa proyectándose por debajo del proesterno con el trocánter al menos parcialmente expuesto.
- Cavidad procoxal externamente abierta e internamente cerrada.
- Mesocoxas contiguas, con la parte lateral de la cavidad mescoxal abierta.
- Fórmula tarsal 5-5-4.
- Número de ventritos 5 ó 6 con 2 connados.
- Longitud del cuerpo 5 a 20 mm.
- Alargados, generalmente delgados, pubescentes, frecuentemente de colores llamativos.
- Antenas largas.
- Cabeza no abruptamente constreñida posteriormente.
- Protórax expandido en la porción cerca del tercio anterior; luego se hace angosto con lados redondeados sin márgenes.

- Los miembros de la familia *Oedemeridae* son coleópteros alargados, delgados, en los cuales el protórax presenta una forma característica. Se hace angosto en ambos extremos pero siempre es más ancho en el tercio o cuarto anterior y los márgenes laterales están completamente ausentes. Además, los palpómeros apicales maxilares están frecuentemente expandidos y truncados; la cabeza nunca forma un cuello, y los élitros suelen tener un débil costillado longitudinal.
- Los adultos de aproximadamente 1.000 especies en todo el mundo se alimentan exclusivamente de polen. Algunas especies producen ampollas en la piel cuando se los aprieta contra ella. Al ser comedores de polen, se los encuentre comúnmente en las flores. También son atraídos por la luz y pueden llegar en gran número. A algunas especies es común verlas aparecer alrededor de pilas de leña, ya que sus larvas perforan la madera, incluso las de construcciones, debilitándola.
- Sólo se conoce el ciclo de vida de unas pocas especies. Los adultos copulan en las flores mientras los individuos de ambos sexos se alimentan del polen, que actúa como elemento atrayente para la congregación. La hembra no acepta al macho hasta que se ha saciado de polen. El polen lo almacenan en un saco intestinal especial, en el que una enzima produce una germinación parcial del polen, suficiente para producir la ruptura de una capa indigerible que posee como protección. El contenido del grano de polen es digerido entonces y utilizado para la formación de los huevos. La hembra pone los huevos debajo de la corteza de los árboles cercanos. Cuando nace la larva, ésta se deja caer al suelo, perfora en él y completa su vida larval. Es probable que en el suelo se alimente de raicillas y de los rizomas de los hongos. La formación de la pupa se produce en el suelo, y los adultos emergen para continuar el ciclo. Hasta donde se sabe, el ciclo es anual, y está sincronizado con la floración de ciertas especies. Otras especies tienen larvas que perforan la madera caída, seca o en

descomposición, y hacen túneles verticales en el suelo húmedo. Los adultos de algunas especies prefieren el polen de una especie única de planta, mientras que a otros se los encuentra en una variedad de flores. (Insectos de Argentina y el Mundo, N/A)

**Figura 8. Oedemeridae**



Fuente: <http://axxon.com.ar/mus/glos/g-oedemeridae.htm>

### **1.9 Scolytidae**

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Familia: Scolytidae

Género: *Dentroctonus*

Especie: *D. frontalis*, *D. adjunctus*; *D. aproximatus*,  
*D. valens*, *D. parallelocolis* y *D. vitei*.

Nombre Común: descortezador del pino.

Origen: Estados Unidos. Se cree que a El Salvador llegó procedente de Honduras.

#### Distribución:

Es abundante en los estados del sur de Estados Unidos hasta América del Sur y México. En México y Centro América se han reportado la presencia de seis especies.

#### Descripción General del Hábitat:

En sus estados inmaduros y adultos se encuentra en corteza de pinos, formando galerías. El adulto sale cuando va en búsqueda de nuevos árboles.

#### Hábitos:

La hembra llega primero al árbol para colonizarlo y libera una feromona para atraer al macho con el que copula dentro de la cámara nupcial que barrena en la corteza interna; después, la hembra construye una galería para depositar sus huevos. La galería de *D. frontalis* tiene forma de "s" o de serpentina, mide entre 10 y 24 cm de largo y carece de ramificaciones.

#### Apariencia general:

El adulto de *D. frontalis* es de color pardo oscuro o negro y mide entre 2 y 4 mm; el extremo posterior de su cuerpo es convexo y presenta un surco bien definido en la línea media de la cabeza.

#### Ciclo de vida:

El ciclo de vida es de 26 a 54 días y produce hasta 9 generaciones por año. La duración de los estadios es de 3-11 días para el huevo, 15-40 días para la larva (que pasa por cuatro instares), 5-17 para la pupa y 6-14 para el adulto. De cada huevo emerge una larva que construye un túnel individual en la zona del líber,

perpendicular principal; la formación de la pupa tiene lugar en la corteza externa. Completado el ciclo, el adulto maca la corteza para salir, dejando un hoyo circular definido.

- Modo de distribución
- Transporte de material infestado.

Análisis del tipo de amenaza que representa

a) Recursos Biológicos:

*D. frontalis* ataca varias especies de pinos y otras coníferas. En América Central se le ha observado atacando *Pinus oocarpa* . En El Salvador se tiene evidencia de problemas en pinares en las zonas de San Fernando, Departamento de Chalatenango y Santa Ana.

Destruye el cambium, afloja la corteza y mata rápidamente los árboles, generalmente de arriba hacia abajo. Colonizan árboles vivos, generalmente debilitados por factores edáficos o climáticos.

b) Salud Humana:

No hay datos.

c) Actividades productivas:

Estos insectos causan daños en plantaciones de pino, obstruyendo el paso del agua y nutrimentos en el líber; como resultado los árboles adquieren un tono rojizo, y pierden las acículas y puede derivar en su muerte. Además, son vehículo diseminador del hongo *Ceratocystis* , que causa la mancha azul en la madera, reduciendo su valor comercial. Cuando la población de *D. frontalis* es baja (fase endémica), los insectos sólo atacan árboles débiles, cuando es elevada (fase epidémica) atacan árboles sanos, con ataques masivos. (Francisco Alejandro Girón Arévalo, 2006)

## Figura 9. Scolytidae



Fuente: <http://bugguide.net/node/view/610598>

### 1.10 Siricidae

*Sirex noctilio*: "avispa barrenadora de los pinos"

Plaga exótica que afecta principalmente a las especies del género *Pinus*. Es una avispa fitófaga, considerada una plaga secundaria en los países de origen. Se constituyó en la principal plaga en las plantaciones de pinos, en los países donde fue introducida accidentalmente, como: Nueva Zelanda, Australia, Uruguay, Brasil y Argentina y evolucionó rápidamente porque se introdujo sin sus enemigos naturales. Tiene un gran impacto económico, debido a la destrucción de la madera, muerte de árboles y alto riesgo fitosanitario implicado; aumenta los costos de exportación por la obligatoriedad de realizar los tratamientos químicos en la madera. Los primeros daños se inician sobre plantas sometidas a condiciones de stress, plantas dominadas, plantas bifurcadas, quebradas, y plantaciones densas sin manejo forestal, que sufren limitaciones edáficas y climáticas.

Puede dispersarse a razón de 30 a 50 km/año. El huésped más importante es el *Pinus* principalmente, pero también *Abies*, *Picea*, *Larix*, y *Pseudotsuga*. La localización y área geográfica de influencia de *S. Noctilio* son: zona NEA (Misiones, Corrientes y Entre Ríos) zona NOA (Jujuy y Salta) zona Centro (Córdoba y Buenos Aires) zona Patagónica (Río Negro) Las posturas del insecto

se realizan cuando el árbol está vivo; realiza de 1 a 5 orificios por proceso de postura. Las larvas son micelófagas, se alimentan de las hifas del hongo colocado por la hembra en el momento de la postura y hace galerías dentro del tronco sin ingerir celulosa. Los adultos no se alimentan, viven a expensas de la grasa de su cuerpo, y su vida es efímera.

Las plantaciones más susceptibles son:

- Entre 10 y 15 años de edad;
- Bajo stress;
- no podadas.

Ataque: la hembra activa su sistema nervioso en árboles con stress; ataca al árbol insertando su ovipositor a nivel del cambium vascular para inyectar primero el mucus fitotóxico, el cual es transportado rápidamente a las acículas donde se produce la destrucción de la clorofila y caída de ellas, con el consiguiente debilitamiento del árbol. En forma conjunta al mucus fitotóxico, deposita un huevo y esporas del hongo simbiote *Amylostereum areolatum* que favorece la pérdida de humedad. (Francisco Alejandro Girón Arévalo, 2006)

**Figura 10. Siricidae**



Fuente: <http://bugguide.net/node/view/1008774>

## 1.11 *Bursaphelenchus Xylophilus*

Huéspedes :

El nematodo de la madera de pino *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle et al. pertenece a la familia Aphelenchoididae y causa la enfermedad mundialmente conocida como “Pine Wilt Disease” (decaimiento súbito del pino). Esta especie se describe en 1934 sobre coníferas autóctonas de Norteamérica sin causar ningún daño aparente. En aquellos países donde se ha introducido a través de la comercialización de la madera: Japón, Corea, China, Taiwán, la seca de los pinos es una enfermedad que puede alcanzar proporciones epidémicas. A partir de su detección en Portugal (1999), los estados miembros de la UE, adoptan importantes medidas fitosanitarias para impedir su propagación. De acuerdo a la legislación específica vigente se considera “corteza sensible” a la corteza de las coníferas (Coniferales), “plantas sensibles” a las plantas (excepto frutos y semillas) de *Abies* Mill., *Cedrus* Trew, *Larix* Mill., *Picea* A. Dietr., *Pinus* L., *Pseudotsuga* Carr. y *Tsuga* Carr. y “madera sensible” a la madera de coníferas, excepto la madera aserrada y los troncos de *Taxus* L. y *Thuja* L.

Daños y elementos de diagnóstico:

El organismo de cuarentena es el causante de la enfermedad “Pine Wilt Disease”, cuyos síntomas aparecen generalmente entre los meses de agosto y diciembre y puede ocasionar la muerte de los pies afectados en apenas 3 meses. Una vez infestado el árbol, el nematodo coloniza los canales resiníferos para alimentarse de las células epiteliales que los revisten y de las células del parénquima circundante, lo que provoca una reducción de la producción de resina. A continuación se produce una disminución de la transpiración en los ramillos, lo que ocasiona el amarilleamiento y marchitez de las acículas. El signo externo más aparente es la aparición de ramillos secos distribuidos en el primer tercio superior de la copa. Transcurridos entre 1 y 3 meses, la totalidad de la copa presenta

acículas secas junto con otras a modo de plumero lacio hasta que el árbol muere. Posteriormente, aparecen focos de pies secos por la totalidad de la masa. Por otra parte, *Monochamus* sp. ocasiona daños a partir de la alimentación de las larvas que realizan galerías en la albura y agujeros en la madera, y provoca la depreciación de la calidad de la misma. Los síntomas descritos no son exclusivos de *B. xylophilus* y pueden ser debidos a otros problemas patológicos, o bien a alteraciones fisiológicas diferentes, por lo que siempre se debe realizar el diagnóstico en laboratorio.

Formas de actuación:

La presencia de este nemátodo afecta la libre comercialización de madera de pino en Europa, debido a las medidas de cuarentena y las restricciones de introducción de madera de coníferas desde países con presencia del organismo. Se deberá demostrar por parte de estos países que cumplen las normas internacionales de medidas fitosanitarias, NIMF-15, basadas en el tratamiento térmico.

El Comité Fitosanitario Permanente de la Comisión Europea publica la Decisión 2012/535/UE que estipula que los Estados miembros llevarán a cabo inspecciones anuales para detectar la presencia de *Bursaphelenchus xylophilus* en las zonas en que no se ha detectado su presencia y adoptar planes de contingencia a fin de estar preparados en caso de que se constate su presencia. En la actualidad se ha detectado la presencia del nematodo dentro de Europa en Portugal y España (Extremadura y Galicia), constituyéndose las llamadas “zonas demarcadas”, territorios donde se ha localizado la presencia de nematodo, las cuales están formadas por la zona infestada y una zona tampón nunca inferior a 20 km de perímetro a su alrededor. Ante la aparición de nuevos focos se han ampliado las medidas restrictivas, entre las que se incluye la obligación de los Estados miembros de adoptar medidas complementarias contra la propagación de *B. xylophilus*. En este sentido, en la Comunidad Autónoma de Aragón se ha

elaborado un Plan de Contingencia que incluye medidas específicas para impedir su entrada, como son: prospecciones sistemáticas en masas forestales (masas forestales con decaimiento, entornos de industrias de la madera, áreas de incendios y vías principales de transporte); viveros e industrias de la madera, así como controles del movimiento terrestre de material vegetal procedente de zonas demarcadas.

En lo que se refiere a que causen medidas culturales y ante la imposibilidad de utilizar productos fitosanitarios debido al impacto medioambiental, una de las formas de evitar la propagación es el control del insecto vector *Monochamus* sp. a través de trampas con compuestos atrayentes. Por este motivo, actualmente se está trabajando en el testado de feromonas específicas para dicha especie. Por otro lado, se recomienda tomar algunas medidas correspondientes a la buena gestión y limpieza del monte, eliminando los pies muertos y decadentes. Es muy importante la retirada rápida de la madera infectada antes de la emergencia de los insectos adultos y evitar su transporte a otras zonas libres del nematodo, para su inmediata eliminación. (Dirección General de Gestión Forestal, Gobierno de Aragón. 2008)

**Figura 11. Bursaphelenchus Xylophilus**



Fuente:

[http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/MedioAmbiente/Genericas/04\\_Publicaciones/IT\\_114\\_Bursaphelenchus\\_04\\_12\\_12.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/MedioAmbiente/Genericas/04_Publicaciones/IT_114_Bursaphelenchus_04_12_12.pdf)

## 2. Descripción del horno de tratamiento térmico para el embalaje de madera

### 2.1 Sistema de calefacción

#### *Demanda de calor para el tratamiento térmico*

En una cámara de tratamiento térmico se necesita calor para:

- Calentar el aire hasta la temperatura programada
- Calentar la cámara y el equipo
- Calentar la madera y el agua que contiene
- Reponer el calor que se pierde en el aire por fugas

Las cámaras de secado que se emplean en la industria maderera para altos volúmenes de producción, pueden utilizarse para el tratamiento térmico establecido en las normativas aplicables para los embalajes de madera. Estas cámaras son de tipo “compartimiento” que utilizan aire no saturado para transferir calor a la madera y, en su caso, extraer la humedad de la madera por evaporación. Una de las fuentes de energía corresponde al uso de leña que se combustiona en un hogar especialmente diseñado en el cual la energía liberada es transferida a un fluido térmico en una caldera. (Semarnat, 2005)

Otros energéticos pueden ser el gas LPG, el gas natural, el diesel o incluso la electricidad. Los fluidos térmicos más utilizados son: vapor de agua saturado, aceite térmico y agua caliente presurizada. El vapor de agua es el de uso más frecuente en este tipo de equipos.

Las capacidades de calefacción requeridas también son variables y dependen del tipo de madera (especie) a tratar y, en caso de secado, su correspondiente programa (secuela) de secado. Para el caso del tratamiento térmico generalmente

se aplican temperaturas alrededor de los 70 °C constantes para cuando se trata de madera de pino, y los fluidos térmicos a utilizar para este caso corresponden principalmente a:

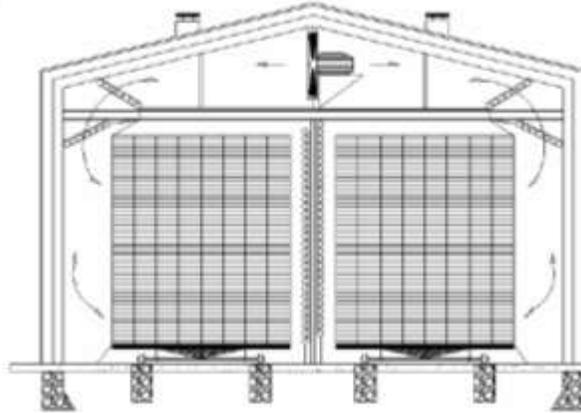
- Vapor saturado a presiones entre 4 y 6 kg/cm<sup>2</sup>.
- Agua caliente de baja presión (<10 m columna de agua).
- Aceite térmico a presión atmosférica o baja presión.
- Gases de combustión directa.

Aún si se considera que en algunos casos se utiliza vapor a presiones mayores a las indicadas anteriormente, no se justifica para este tipo de procesos. La demanda de energía térmica del sistema de calefacción para el calentamiento de la madera dependerá de la capacidad del volumen de madera de la cámara, así como de la densidad y contenido de humedad de la madera, del espesor de las piezas a calentar, del tipo de intercambiadores de calor y del diseño mismo de la cámara, entre otros factores, lo que limita el reportar una cifra precisa a este respecto.

#### *Diseño de un sistema de calefacción*

Respecto al diseño y colocación de los intercambiadores de calor del sistema de calefacción dentro de una cámara, para el caso de fuentes de calor conformados por intercambiadores de calor mediante tubos aletados (vapor, agua caliente o aceite térmico), se tienen ubicados en la parte superior de la cámara, sobre o al lado de un falso techo, en conjunción con los ventiladores, de manera que el aire que calentará la madera deba forzosamente hacer contacto con los intercambiadores de calor inicialmente para después circular a través de la carga de madera. (Semarnat, 2005)

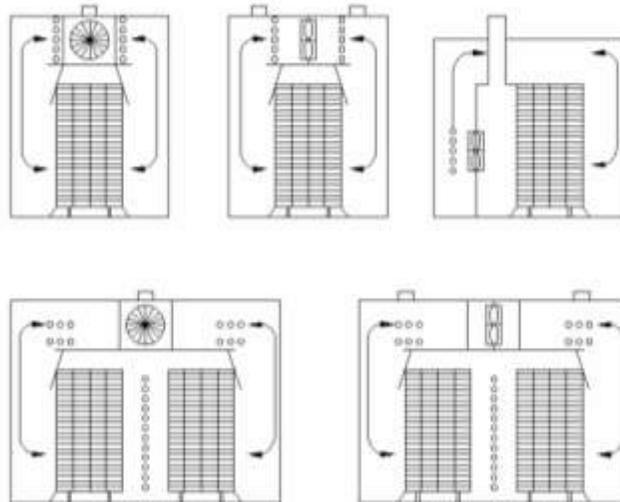
**Figura 12. Diagrama de una estufa de secado con intercambiadores de calor tipo tubos aletados**



Fuente: Guía de tecnología y procedimientos para el tratamiento fitosanitario y manejo de embalaje de madera utilizado en el comercio internacional. SEMARNAT

En la ubicación y diseño del sistema de calefacción de una cámara de tratamiento térmico, se puede optar por varias alternativas; lo fundamental es que el aire caliente pueda circular, después de su calefacción, a través de toda la carga de embalaje de madera en el interior de la cámara. (Semarnat, 2005)

**Figura 13. Alternativas en la distribución del sistema de calefacción y circulación del aire en una cámara**



Fuente: Guía de tecnología y procedimientos para el tratamiento fitosanitario y manejo de embalaje de madera utilizado en el comercio internacional. Semarnat 2005

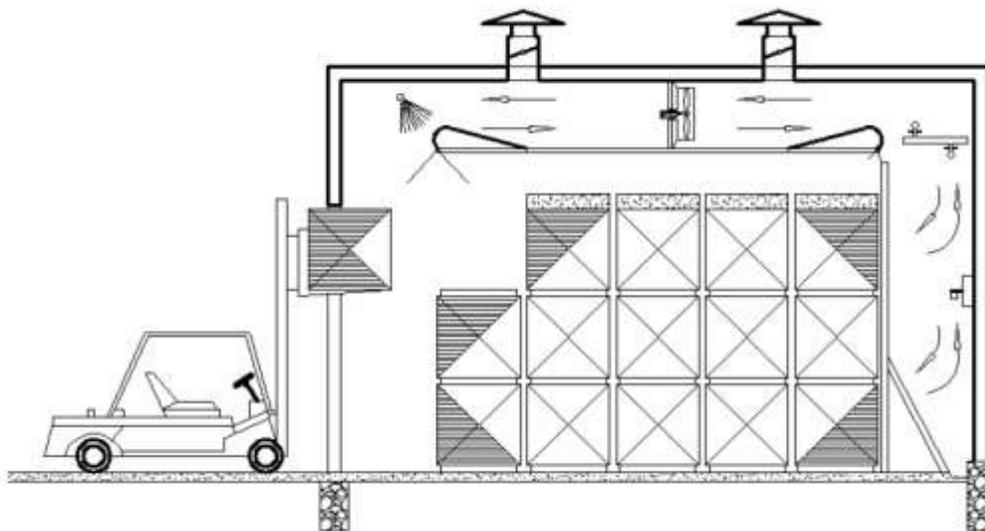
## **2.2 Sistema de circulación del aire**

### Velocidad de circulación del aire

La velocidad del aire y su caudal se reflejan directamente en el tiempo de calentamiento de la madera y el consumo de energía eléctrica de los motores de los ventiladores. Establecida la velocidad de circulación de  $\pm 2.5$  m/s, el caudal de aire que requiere mover los ventiladores se toma en cuenta dicha velocidad y el área transversal de los huecos por los que debe circular el aire a través de la carga de madera; en una estufa de secado, dicha área está representada por el largo de la cámara y la suma de todas las separaciones o huecos verticales que conforman la pila de madera (si se trata de madera aserrada dichos huecos corresponden al espesor de los separadores).

Es importante tomar en cuenta que la carga de embalaje no se debe “pegar” a los muros por donde circulará el aire para no obstruir con ello el proceso de calentamiento. La separación entre la pila de embalaje y los muros de la cámara en las partes por donde “entra” el aire a la pila, oscila entre los 90 y 120 cm, y depende de la altura interna de la cámara, de los huecos verticales entre la carga (espesor de las tarimas, por ejemplo) y la separación entre el plafón y los muros. (Semarnat, 2005)

**Figura 14. Separaciones en el fondo y el frente de la cámara que deben dejarse para la circulación**



Fuente: Guía de tecnología y procedimientos para el tratamiento fitosanitario y manejo de embalaje de madera utilizado en el comercio internacional. SEMARNAT

## 2.3 Cámaras de tratamiento térmico

### Requerimientos de espacio interno y externo

La forma y diseño de las cámaras que se emplean en la industria maderera para el secado de la madera pueden perfectamente utilizarse para el tratamiento térmico de esterilización de los embalajes de madera. La forma física de estas cámaras y sus capacidades térmica y de ventilación dependen del tipo de tecnología a utilizar; para estos efectos, se clasifican en “secador convencional normal” y “secador de combustión directa”. El secador convencional normal corresponde a la tecnología clásica de secado, desarrollada y utilizada a nivel mundial para el secado artificial de todo tipo de madera aserrada. Las cámaras usadas son muy variadas desde el punto de vista geométrico, según la forma en que ingresa la madera al sector y su disposición interna. De esta forma se pueden clasificar las cámaras en:

- Tipo compartimiento de carga lateral, mediante cargador frontal de horquilla para 4 ó más paquetes de madera en el ancho y hasta 4 en altura, con capacidad de hasta 200 m<sup>3</sup> de madera, según el número de paquetes a distribuir hacia los lados. (SEMARNAT, 2005)

**Figura 15. Cámara de tratamiento térmico y secado tipo compartimento, para carga lateral con montacargas**



Fuente: Guía de tecnología y procedimientos para el tratamiento fitosanitario y manejo de embalaje de madera utilizado en el comercio internacional. SEMARNAT

- Tipo túnel de 2 vías cargado mediante plataformas rodantes con ancho de madera hasta 3.0 m por plataforma y largo de hasta 16 m. La capacidad máxima en doble vía puede alcanzar hasta los 200 m<sup>3</sup> en madera aserrada. (SEMARNAT, 2005)

**Figura 16. Cámara de secado con plafón central y desviadores colgantes laterales**



Fuente: Guía de tecnología y procedimientos para el tratamiento fitosanitario y manejo de embalaje de madera utilizado en el comercio internacional. SEMARNAT

- Tipo túnel de 1 vía cargada mediante plataforma similar al anterior, con capacidad máxima de carga de  $120 \text{ m}^3$ . (Semarnat, 2005)

### **3. Procedimiento de tratamiento fitosanitario para el embalaje de madera**

#### **3.1 Tratamiento químico**

Proceso en el que se utiliza un plaguicida químico para fumigar los embalajes de madera, conforme a las especificaciones técnicas. Tratamiento con Bromuro de Metilo (MB).

### **3.1.1 Aplicación en cámara fija**

#### **Características de la cámara**

- Piso, techo y paredes, de materiales impermeables que impidan fugas del fumigante (concreto, metal, block revestido, entre otros).
- Puertas que garanticen sellado hermético.
- Evaporizador.
- Tuberías internas para descarga del fumigante.
- Boquillas colocadas en diferentes posiciones dentro de la cámara para la mejor distribución del fumigante.
- Sistema de circulación de aire dentro de la Cámara.
- Detector o sensores de temperatura para definir dosis.
- Sistema para la toma de concentraciones del fumigante dentro de la Cámara.
- Sistema de extracción del fumigante.
- Sistema de iluminación interior.
- Sistema de luces de advertencia.

#### **Equipo y materiales de fumigación**

- Dosificador del fumigante.
- Fumiscopio o tubos calorimétricos, para la determinación de concentraciones del fumigante.
- Detector electrónico de fugas de haluros
- Identificar el área e instalaciones donde se realiza el tratamiento con símbolos y frases de advertencia reconocidos universalmente, sobre riesgo que conlleva su aplicación.

- Identificar que al área donde se realizan los tratamientos, solo puede ingresar o permanecer personal autorizado, con su correspondiente equipo de protección personal.
- Vallas de Advertencia de forma rectangular que permitan mantenerse en posición vertical. El color de las mismas debe ser blanco y en el rectángulo debe incluirse la figura de una calavera y tibias cruzadas en color negro y la frase PELIGRO, en letras mayúsculas en color rojo. El tamaño del rectángulo de la valla debe ser no menor de un metro cincuenta centímetros de ancho por un metro veinticinco centímetros de alto; la longitud de las patas no debe ser menor de setenta y cinco centímetros.
- El tamaño de la figura y frases debe ser tal que sea fácilmente visible a una distancia prudente.

### **Equipo de protección personal**

- Mascarilla de cara completa
- Equipo de aire comprimido
- Filtros específicos para vapores orgánicos
- Gabacha de PVC
- Guantes de nitrilo
- Overol
- Casco
- Botiquín con medicamentos y antídotos de primeros auxilios.

### 3.1.2 Aplicación bajo carpa

#### Materiales y equipo:

- Carpas plásticas transparentes con grosor de quince milésimas de Centímetro.
- Almohadillas de arena o agua.
- Dosificador volumétrico para cilindros de bromuro de metilo.
- Evaporador a base de gas LPG, para bromuro de metilo.
- Mangueras de polietileno para la introducción de bromuro de metilo.
- Detector de haluros a base de propano o sensor electrónico.
- Unidad de Conductividad térmica.
- Filtros para el bióxido de carbono.
- Bomba de muestreo y tubos calorimétricos.
- Aparato para introducir nitrógeno en tanques de bromuro de metilo.
- Ductos para la extracción del gas.
- Ventiladores industriales con capacidad de remover de dos mil a dos mil quinientos pies cúbicos por minuto (CFM, por sus siglas en ingles), de tres mil quinientas revoluciones por minuto y aspas de dieciocho pulgadas de largo.
- Cintas adhesivas de dos pulgadas de ancho.
- Vallas de Advertencia, formadas de un rectángulo y patas que permitan mantenerse en posición vertical. El color de las mismas debe ser blanco y en el rectángulo debe incluirse la figura de una calavera y tibias cruzadas en color negro y la frase PELIGRO, en letras mayúsculas en color rojo. El tamaño de rectángulo de la valla debe ser no menor de metro cincuenta centímetros de ancho por metro veinticinco centímetros de alto y la longitud de las patas no debe ser menor de setenta y cinco centímetros. El tamaño de la figura y frases debe ser tal que sea fácilmente visible a una distancia prudente.

- Afiches de Advertencia autoadheribles y de material que soporte las condiciones naturales a las cuales van a estar expuestos, de fondo color blanco, con la figura de una calavera y tibias cruzadas en color negro y la frase PELIGRO, en letras mayúsculas en color rojo, donde se indique el producto utilizado y su concentración, dosis, intervalo de tiempo de exposición y tiempo de aireación, fecha de inicio y finalización del tratamiento, nombre y firma del responsable de la aplicación del tratamiento. El tamaño de la figura y frases debe ser tal que sea fácilmente visible a distancia prudente.
- Dispositivos para la toma de muestras de la atmósfera interior, con termómetro e higrómetro con carátula al exterior.

#### **Equipo de protección personal:**

- Mascarilla de cara completa.
- Equipo de aire comprimido.
- Filtros específicos para vapores orgánicos.
- Gabacha de PVC.
- Guantes de nitrilo.
- Overol.
- Casco.
- Botiquín con medicamentos y antídotos de primeros auxilios.

#### **Especificaciones técnicas del tratamiento químico:**

La aplicación del tratamiento químico a embalajes utilizando Bromuro de Metilo, debe cumplir con las siguientes condiciones:

**Tabla 1. Especificaciones técnicas del tratamiento químico**

Temperatura	Dosis (g/m <sup>3</sup> )	Registros mínimos de concentración (g/m <sup>3</sup> ) durante:			
		30 minutos	2 horas	4 horas	16 horas
21 <sup>o</sup> C o mayor	48	36	24	17	14
16 <sup>o</sup> C o mayor	56	42	28	20	17
11 <sup>o</sup> C o mayor	64	48	32	22	19

Fuente: [http://portal2.maga.gob.gt/unr\\_normativas/pdfs/AM20552004.pdf](http://portal2.maga.gob.gt/unr_normativas/pdfs/AM20552004.pdf)

La temperatura mínima no deberá ser inferior a los 10° C y el tiempo de exposición mínimo deberá ser de 16 horas; el tiempo de aireación mínimo será de 4 horas.

### **3.2 Tratamiento térmico**

#### **3.2.1 Especificaciones técnicas del tratamiento térmico**

La aplicación del tratamiento térmico a embalaje, debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El embalaje de madera sometido a tratamiento térmico, debe estar fabricado a partir de madera descortezada; debe calentarse conforme a una curva de tiempo/temperatura específica, mediante la cual el centro de la madera alcance una temperatura mínima de 57 °C durante un período mínimo de 30 minutos.
- Contar con el siguiente equipo e instalaciones:
  1. Quemador.
  2. Caldera o su equivalente cuando proceda.
  3. Cámara u horno o sanitizador.
  4. Equipo para determinación de temperaturas internas.
  5. Registro de control de temperatura externa del horno o sanitizador.

6. Manómetros.
7. Equipo de ventilación.
8. Registros de la temperatura al centro de la madera a utilizar como embalaje.
9. Capacidad máxima comprobada para la aplicación de tratamientos.
10. Bodega para embalajes tratados (MAGA, 2014).

#### **4. Acuerdos internacionales**

El objetivo de las normas establecidas dentro de los Acuerdos Internacionales es reducir el riesgo de introducción y diseminación de plagas cuarentenarias que pueden tener una incidencia grave en la economía de un país y describir las medidas fitosanitarias a aplicar, conocidos como “la Marca”.

##### **4.1 Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 15 Reglamentación del embalaje de madera utilizado en el comercio internacional**

La presente norma fue adoptada por la cuarta sesión de la Comisión Interina de Medidas Fitosanitarias en marzo de 2002 con el título *Directrices para reglamentar el embalaje de madera en el comercio internacional*, en la primera reunión de la Comisión de Medidas Fitosanitarias, celebrada en abril de 2006. En la cuarta reunión de la Comisión de Medidas Fitosanitarias, celebrada en marzo-abril de 2009, se adoptó la presente norma.

##### **4.1.1 Fundamento para la reglamentación**

La madera, provenga de árboles vivos o muertos, puede estar infestada de plagas. Con frecuencia se utiliza madera en bruto para el embalaje de madera, la cual

puede que no fuera sometida a procesamiento o tratamiento suficiente para eliminar o matar las plagas, con lo que constituye una vía para la introducción y dispersión de plagas cuarentenarias. Se ha demostrado, en particular, que la madera de estiba presenta un riesgo alto de introducción y propagación de plagas cuarentenarias.

Además, el embalaje de madera es a menudo reutilizado, reparado o reciclado. Resulta difícil establecer el verdadero origen de una pieza de embalaje de madera, de manera que no es fácil determinar su estado fitosanitario. Por ende, el proceso normal de análisis de riesgo de plagas con el fin de determinar la adopción de medidas y la intensidad de aplicación es, con frecuencia, imposible para el embalaje de madera. La presente norma describe las medidas aceptadas y aprobadas en el ámbito internacional, que todos los países podrán aplicar al embalaje de madera para disminuir considerablemente el riesgo de introducción y dispersión de la mayoría de las plagas cuarentenarias asociadas con dicho material.

#### **4.1.2 Reglamentación para el embalaje de madera**

Estas directrices se aplican a todo tipo de embalaje de madera que pueda representar una vía para las plagas que suponen una amenaza, principalmente para los árboles vivos. Esto incluye: jaulas, cajas, cajones, madera de estiba<sup>1</sup>, paletas, tambores de cable y carretes, material que puede acompañar a casi cualquier envío importado, incluso los que no son objeto de inspección fitosanitaria.

### **4.1.3 Medidas fitosanitarias para el embalaje de madera**

Esta norma describe las medidas fitosanitarias incluidos los tratamientos aprobados para el embalaje de madera y disposiciones para la aprobación de tratamientos nuevos o revisados.

### **4.1.4 Medidas fitosanitarias aprobadas**

Las medidas fitosanitarias aprobadas que se describen en esta norma consisten en procedimientos fitosanitarios que incluyen los tratamientos y el marcado del embalaje de madera. La aplicación de la marca hace innecesario el uso de certificación fitosanitaria, puesto que indica que se han aplicado medidas fitosanitarias aceptadas internacionalmente. Todas las organizaciones nacionales de protección fitosanitaria (ONPF) deben aceptar estas medidas fitosanitarias como fundamento para autorizar la entrada del embalaje de madera, sin exigir el cumplimiento de requisitos específicos. El requerimiento de medidas fitosanitarias que vayan más allá de una medida aprobada descrita en esta norma exige una justificación técnica.

Se considera que los tratamientos descritos en esta norma tienen una eficacia significativa contra la mayoría de las plagas asociadas con el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional.

Estos tratamientos han sido adoptados tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- variedad de plagas que puedan verse afectadas
- eficacia del tratamiento
- viabilidad técnica y/o comercial.

La producción del material de embalaje de madera aprobado incluida la madera de estiba, comporta tres actividades principales: tratamiento, fabricación y marcado. Estas pueden ser realizadas por tres entidades diferentes o bien puede haber una entidad que lleve a cabo varias de estas actividades o incluso todas. Para facilitar la exposición, esta norma se refiere a los productores los que fabrican el material de embalaje de madera y podrán aplicar la marca a la madera tratada en forma apropiada y los suministradores de tratamientos que dan los aprobados y podrán aplicar la marca al embalaje de madera tratado en forma apropiada.

El embalaje de madera que haya sido objeto de las medidas aprobadas se identificará mediante la aplicación de una marca oficial. La marca consiste en un símbolo especial que se utiliza junto con los códigos que identifican al país específico, al productor o suministrador responsable del tratamiento y al tratamiento aplicado. En lo sucesivo, todos los elementos de dicha marca se mencionan de manera conjunta como “la marca”. Una marca reconocida internacionalmente e igual para todos los idiomas facilita la identificación del material de embalaje tratado durante la inspección previa a la exportación, en el punto de ingreso o en cualquier otro lugar.

Además de la aplicación de uno de los tratamientos aprobados, en la construcción de embalaje de madera debe utilizarse madera descortezada, según lo especificado en esta norma. (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, 2016)

## VI. METODOLOGÍA

1. Se llevó a cabo una investigación sobre las normativas nacionales e internacionales vigentes en materia de regulación de tratamientos fitosanitarios de embalaje de madera. Ellas son:

- Acuerdo Ministerial No. 03-2014
- Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 15

La recopilación se llevó a cabo mediante el uso de internet en las cuales se tienen publicados los reglamentos en mención, las citas bibliográficas de éstas se encuentran indicadas en la sección de bibliografía de este documento. Esto, con la finalidad de conocer a fondo los reglamentos, ya que son la base para lograr los objetivos del proyecto.

2. Por medio de entrevistas a profesionales del Departamento de Sanidad Vegetal encargados de regular las medidas fitosanitarias del Embalaje Nacional y la información recopilada en el inciso 1 de esta metodología, se desarrolló la guía para acondicionamiento del horno de tratamiento térmico de embalaje de madera.
3. En base al inciso que antecede, se describió el procedimiento a seguir para llevar a cabo el tratamiento térmico del embalaje de madera.
4. Se resumió e ilustró el tema de la influencia del manejo y limpieza del embalaje de madera en una planta de alimentos, por medio de investigaciones bibliográficas y aplicación del criterio propio.
5. Finalmente, se explicó cómo mejoraría la productividad de una empresa dedicada al comercio de embalaje de madera en el proceso de tratamiento térmico del mismo.

## **VII. RESULTADOS**

### **1. Acondicionamiento de cámara para tratamiento térmico fitosanitario**

A continuación se presentan 2 propuestas de acondicionamiento de cámaras de tratamiento térmico fitosanitario para embalaje de madera, en cumplimiento con la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) N.º 15 y la legislación nacional Acuerdo Ministerial No. 03-2014.

#### **1.1 Propuesta No. 1: Acondicionamiento de Caja de Tráiler para realización de Tratamiento Térmico**

Para el acondicionamiento del horno para llevar a cabo los respectivos tratamientos térmicos fitosanitarios al embalaje de madera se utilizarán los siguientes equipos e instalaciones:

1. Quemador
2. Caldera o su equivalente cuando proceda
3. Cámara, horno o sanitizador
4. Equipo para determinación de temperaturas internas
5. Registro de control de temperatura externa del horno o sanitizador
6. Manómetros
7. Equipo de ventilación
8. Registros de la temperatura al centro de la madera a utilizarse como embalaje
9. Capacidad máxima comprobada para la aplicación de tratamientos
10. Bodega para embalajes tratados (MAGA, 2014)

### 1.1.1 Quemador/Caldera

La fuente de calor es de tipo chimenea, la cual se conectará por medio de un ducto que transportará el calor al interior de la cámara u horno sanitizador. Esta chimenea se elaborará con material de concreto.

**Figura 17. Chimenea para generar calor**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

**Figura 18. Ducto conductor de calor**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

### 1.1.2 Cámara, Horno o Sanitizador

La cámara, horno o sanitizador es la caja tráiler en la cual se conducirá el calor del paso que antecede y en el cual se hará el tratamiento fitosanitario del embalaje de madera. Esta caja tráiler es totalmente hermética, lo cual impide la fuga de calor durante el tratamiento térmico.

**Figura 19. Horno sanitizador tipo caja tráiler**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

### 1.1.3 Equipo para determinación de temperaturas internas

Se propone utilizar un termómetro infrarrojo, el cual es un dispositivo de medición de temperatura que utiliza un láser infrarrojo para medir la temperatura a distancia. Ya que la temperatura a manejar en el tratamiento fitosanitario es relativamente alta, al utilizar este tipo de termómetros se puede superar distancias en las que la temperatura será demasiado alta para el cuerpo humano y tomar las lecturas de temperatura del centro de la madera de forma segura.

**Figura 20. Termómetro Infrarrojo**



Fuente: <https://www.pce-instruments.com>

#### **1.1.4 Registro de control de temperatura externa del horno o sanitizador**

A continuación se presenta un modelo de formato básico para llevar el control de temperatura de manera práctica, económica y funcional. Este formato es para registrar el reporte de tratamiento térmico fitosanitario del embalaje de madera de forma mensual.



### 1.1.5 Manómetros

Se debe utilizar como mínimo dos relojes de temperatura especial para puertas de hornos. Éstos deben instalarse en las áreas lejanas a la fuente de calor para que la lectura de horno sea más precisa.

**Figura 22. Reloj de temperatura para puertas de hornos**



Fuente: <http://www.hornostatacua.com.ar/termometros-para-hornos.html>

### 1.1.6 Equipo de Ventilación

El equipo de ventilación que se recomienda utilizar es de tipo centrífugo para circulación de aire resistente a altas temperaturas para horno. Estos ventiladores son muy eficaces para procesos calientes y cuentan con impulsores de forma especial, lo cual asegura que el material en el horno se caliente rápida y uniformemente.

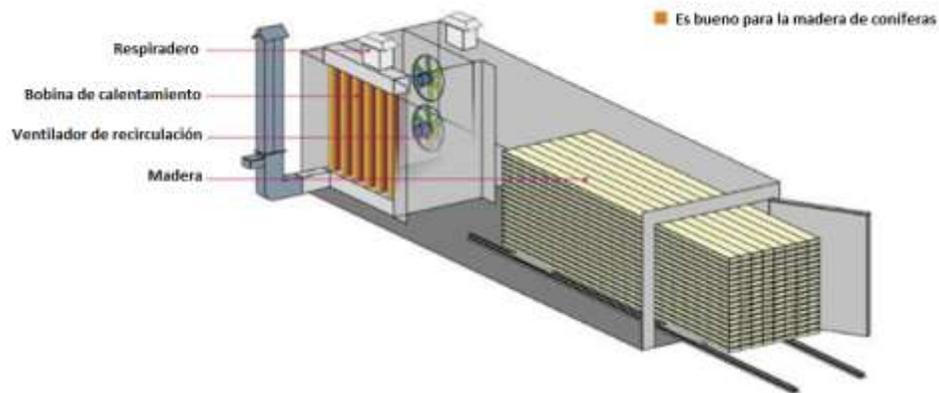
**Figura 23. Equipo de ventilación**



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/ventilatorenfabrik-oelde/product-92011-1142573.html>

Los ventiladores deben ubicarse de manera que la circulación del aire sea homogénea en toda el área del horno, durante el tiempo y temperatura requerida. Para el caso de esta propuesta, lo más conveniente es instalar los ventiladores al fondo de la caja tráiler para cumplir con el objetivo.

**Figura 24. Ubicación de Ventiladores en Horno**



Fuente: <http://forwooddry.es/5-heating-kiln.html>

### **1.1.7 Registro de la temperatura al centro de la madera**

A continuación se presenta un modelo de formato básico para llevar el control de temperatura interna de la madera, de manera práctica, económica y funcional. Este formato es para registrar el control de temperatura interna del embalaje de madera para cada lote a tratar de forma mensual.



### 1.1.8 Capacidad máxima del horno para aplicación de tratamiento térmico

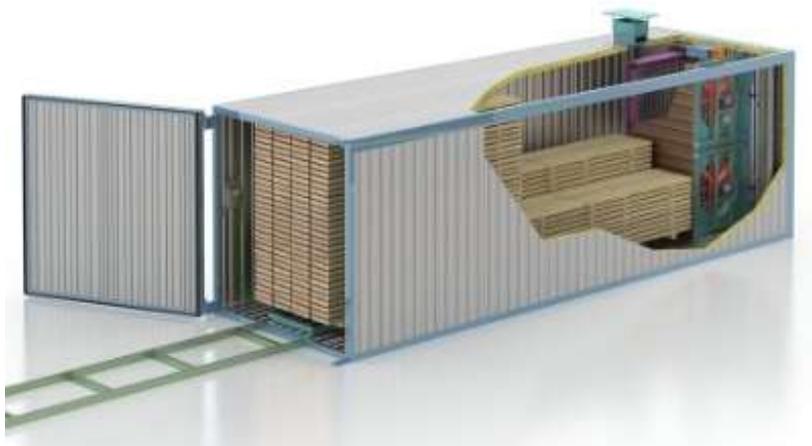
La capacidad del horno para la aplicación del tratamiento térmico fitosanitario del embalaje de madera debe ser suficiente para llevar a cabo, esta labor para la totalidad de tarimas con las cuales se realizará el tratamiento. Se debe recordar que no debe llenarse la caja tráiler a su capacidad máxima debido a que se requieren los espacios necesarios para que circule uniformemente el calor a lo largo de todo el tiempo y con la temperatura requerida.

**Figura 26. Capacidad del horno para tratamiento térmico**



Fuente: <http://www.madmaq.com.mx/ventajas/>

**Figura 27. Capacidad del horno para tratamiento térmico 2**



Fuente: <http://www.impiantipellet.com/it/fasi-di-produzione/essiccazione.html>

### 1.1.9 Bodega para embalajes tratados

El área de almacén del embalaje de madera tratada debe ser exclusiva para este fin y no debe mezclarse el embalaje tratado con el que no se ha procesado. Éste almacén puede construirse para el techo con lámina, paredes de sarán y el piso con concreto, como se muestra en la imagen siguiente.

**Figura 28. Bodega para embalajes tratados**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Cuando se termine el proceso del tratamiento térmico del embalaje de madera, éste de pasar inmediatamente al área de almacén acondicionado como se indicó.

**Figura 29. Bodega para embalaje tratado colindante al horno de tratamiento térmico**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

También cabe mencionar que el establecimiento que lleve a cabo este tipo de procesos, debe identificarse por medio de un tipo de rotulación como se muestra a continuación.

**Figura 30. Ejemplo de Rótulo para Identificación del establecimiento**



Fuente: Elaboración propia

## **1.2 Propuesta No. 2: Acondicionamiento de obra civil para realización de tratamiento térmico**

Para el acondicionamiento del siguiente horno para llevar a cabo los respectivos tratamientos térmicos fitosanitarios al embalaje de madera, se utilizarán los siguientes equipos e instalaciones:

1. Quemador
2. Caldera o su equivalente cuando proceda
3. Cámara, horno o sanitizador
4. Equipo para determinación de temperaturas internas
5. Registro de control de temperatura externa del horno o sanitizador
6. Manómetros
7. Equipo de ventilación
8. Registros de la temperatura al centro de la madera para utilizar como embalaje
9. Capacidad máxima comprobada para la aplicación de tratamientos
10. Bodega para embalajes tratados (MAGA, 2014)

Sin embargo los numerales 4, 5, 6, 7, 8 y 9 serán los mismos descritos en el inciso 3.1 *Propuesta No. 1*. Lo que a continuación se describe es respecto a los puntos (1) y (2) *Quemador/Caldera*, (3) *Cámara, Horno o Sanitizador* y (10) *Bodega para embalajes tratados*

### **1.2.1 Quemador/Caldera**

El quemador para generar calor al horno que se propone es fabricado a base de lámina; el mismo va incrustado en la pared de concreto. En la parte interna se encuentra el ducto en el cual se acumula el calor y éste se disemina en todo el horno. Éste ducto cuenta con una chimenea en la parte superior, para expulsar los gases generados por la combustión interna.

**Figura 31. Quemador/Caldera**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

### **1.2.2 Cámara, horno o sanitizador**

Esta cámara se ubica en el interior de la bodega de almacén de tratamiento térmico fitosanitario, la cual será exclusiva para las tarimas tratadas. Respecto a la cámara u horno sanitizador de embalaje de madera, se propone fabricarlo completamente de concreto; puede optarse por colocar techo de lámina, siempre y cuando la cámara quede totalmente sellada. El quemador generador de calor se debe instalar al fondo de la cámara y construir un muro frente a éste, el muro debe quedar a una distancia de aproximadamente 1.5 metros entre las paredes laterales y el techo. Este muro se construye con la finalidad de facilitar la circulación homogénea de calor, con la ayuda de los ventiladores y así distribuir de mejor manera los embalajes de madera a ser tratados. Lo anterior se ilustra en la siguiente imagen.

**Figura 32. Cámara, Horno o Sanitizador de Embalaje de Madera**

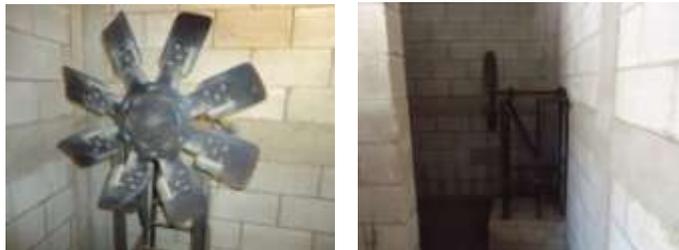


Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

### **1.2.3 Equipo de Ventilación**

Respecto al equipo de ventilación, como se indicó en el inciso 3.1.6, se debe utilizar el de tipo centrífugo resistente a altas temperaturas; este equipo, se instala en las partes laterales de la ubicación del quemador generador de calor, como se indica en la imagen y sirve para que la circulación del aire sea homogénea en toda el área del horno y durante el tiempo y temperatura requeridos.

**Figura 33. Ubicación de Ventiladores**

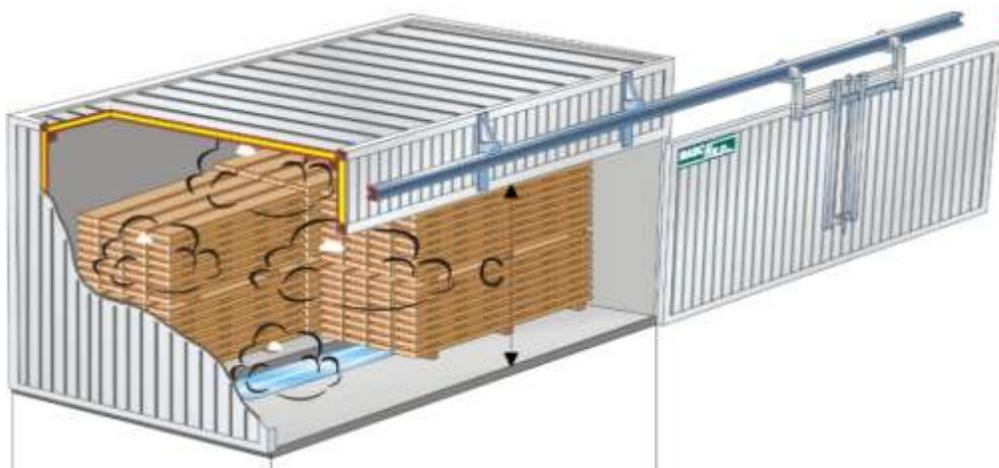


Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

#### 1.2.4 Capacidad máxima del horno para aplicación de tratamiento térmico

Como se indicó previamente, la capacidad del horno para la aplicación del tratamiento térmico fitosanitario del embalaje de madera debe ser suficiente para llevar a cabo esta labor para la totalidad de tarimas a las cuales se comprometa a realizar el tratamiento en mención. Se debe recordar que el horno de tratamiento térmico no debe llenarse a su capacidad máxima, debido a que debe darse los espacios necesarios para que circule uniformemente el calor.

**Figura 34. Capacidad máxima del horno de tratamiento térmico**



Fuente: [http://www.baschild.com/en/default1.asp?page\\_id=128](http://www.baschild.com/en/default1.asp?page_id=128)

#### 1.2.5 Bodega para embalajes tratados

Para evitar que se contaminen los embalajes de madera ya tratados, éstos deben almacenarse en una bodega exclusiva posterior al tratamiento térmico. Como se indicó en el punto 3.2.2, la cámara de tratamiento térmico se debe ubicar en el interior de la bodega para embalajes tratados. Esta bodega debe ser fabricada completamente de concreto de igual forma aunque puede optarse por un techo de lámina, como se muestra en la figura siguiente:

**Figura 35. Horno para embalajes tratados**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=HQphrMV-VxY>

**Figura 36. Bodega para embalajes tratados 2**



Fuente: <https://www.logismarket.com.mx/ip/empaques-caribe-tratamiento-termico-para-tarimas-de-madera-tratamiento-termico-para-tarimas-de-madera-1147634-FGR.jpg>

Esta propuesta tiene mayor inversión monetaria inicialmente pero la ventaja es que tiene mayor vida de útil lo cual a largo plazo, resulta beneficioso y de mayor conveniencia.

## **2. Procedimiento de tratamiento térmico para el embalaje de madera**

Con las dos propuestas indicadas anteriormente se cumple con la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) N.º 15 y la legislación nacional Acuerdo Ministerial No. 03-2014. Ya que se tomaron en cuenta de manera adecuada factores que constituyen requisitos para que la cámara de calor cumpla con su función.

- La cámara de calor estará sellada y bien aislada; ello incluye el aislamiento del piso.
- La cámara de calor estará diseñada de forma que permita la circulación uniforme del aire alrededor de la pila de madera y a través de ella. La madera que ha de recibir tratamiento se carga de forma que se asegure la adecuada circulación del aire alrededor de la pila de madera y a través de ella.
- Se utilizarán espaciadores entre las unidades de la pila de madera, según sea necesario para asegurar la circulación adecuada del aire.
- Se utilizarán ventiladores para hacer circular el aire durante el tratamiento y el aire que fluye de los mismos a la suficiente para garantizar que la temperatura del centro de la madera se mantenga en el nivel especificado durante el tiempo necesario.
- Se identifica el punto más frío dentro de la cámara, para cada carga, y se colocan sensores de temperatura.
- Para el monitoreo del tratamiento se utilizarán sensores de luz infrarroja ya que son más apropiados para medir las temperaturas en la parte central de la madera. O bien también se podrá hacer uso de sensores de temperatura

insertados en la madera; para esto, es recomendable utilizar dos sensores como mínimo, ya que el uso de varios sensores de temperatura garantiza la detección de cualquier falla de uno de ellos durante el tratamiento. Estos sensores deberán insertarse como mínimo a 30 cm. de la punta de una pieza de madera y penetra hasta el centro de la misma. En caso de tablas más cortas o bloques de paletas también se insertan sensores de temperatura en la pieza de madera de mayores dimensiones, de manera que se asegure la medición de la temperatura en la parte central. Toda perforación que se haya practicado en la madera para colocar los sensores de temperatura se sellará con material apropiado para prevenir interferencias en la medición de la temperatura por convección o conducción. Se debe prestar especial atención a posibles influencias externas, como clavos u otros elementos metálicos insertados en la madera, que pueden determinar mediciones incorrectas.

- Las temperaturas se controlan y registran durante la aplicación de cada tratamiento para asegurar que se mantiene la temperatura mínima prescrita durante el período de tiempo requerido. Si no se mantiene la temperatura mínima, es necesario adoptar medidas correctivas para asegurar que toda la madera sea tratada de acuerdo con los requisitos para el tratamiento térmico (30 minutos continuos a 56 °C); por ejemplo, el tratamiento se puede iniciar nuevamente o prolongarse y, de ser necesario, se eleva la temperatura. La frecuencia de las lecturas de la temperatura durante el período de tratamiento es suficiente para asegurar que puedan detectarse las fallas del tratamiento, si las hubiera.

## **2.1 Requisitos de tratamiento y marcado para el embalaje de madera que se reutiliza, repara o recicla**

En base a la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) N.º 15 el embalaje que se haya reparado o reciclado debe llevar la marca correspondiente y se tiene la obligación de asegurar y verificar que los sistemas relacionados con la exportación de dicho embalaje de madera cumplan plenamente con la norma correspondiente.

### **2.1.1 Reutilización del embalaje de madera**

Si una unidad de embalaje de madera que ha recibido tratamiento y se ha marcado en conformidad con esta norma no ha sido reparada, reciclada o alterada de alguna otra forma, no será necesario que reciba nuevo tratamiento o marcado durante la vida útil de la unidad.

### **2.1.2 Embalaje de madera reparado**

El embalaje de madera reparado es aquel del que se han quitado y reemplazado hasta un tercio de sus elementos, aproximadamente. Las ONPF deben asegurarse de que, cuando se repare embalaje de madera marcado, se utilice para ello únicamente madera que ha recibido tratamiento de conformidad con esta norma, o madera construida o fabricada a partir de material procesado. Si se utiliza madera tratada para la reparación, cada componente añadido debe llevar la marca en conformidad con la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) N.º 15.

Una unidad de embalaje de madera que exhiba numerosas marcas podrá plantear problemas para la determinación del origen del embalaje de madera si se encuentran plagas asociadas al mismo. Se recomienda limitar el número de marcas distintas que pueden aparecer en cada unidad de embalaje de madera.

Así pues, se deberá obliterar las marcas anteriores, se vuelve a tratar la unidad y se aplica luego la marca en conformidad.

En caso de que se repita el tratamiento, toda marca aplicada antes debe obliterarse en forma permanente (por ejemplo, cubriéndose con pintura o esmerilándose). Después del nuevo tratamiento debe aplicarse otra vez la marca en conformidad con la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) N.º 15.

### **2.1.3 Embalaje de madera reciclado**

Si se reemplaza más de un tercio, aproximadamente, de los componentes de una unidad de embalaje de madera, se considerará que la unidad se ha reciclado. En este proceso se podrán combinar y volver a armar varios elementos (con adaptaciones adicionales, de ser necesario) para formar otro embalaje de madera. El reciclado del embalaje de madera podrá, por consiguiente, incluir tanto elementos nuevos como ya utilizados previamente. En el embalaje reciclado debe obliterarse en forma permanente toda aplicación anterior de la marca (por ejemplo, cubriéndola con pintura o esmerilándola). El embalaje de madera reciclado debe recibir tratamiento nuevamente y debe aplicarse otra vez la marca, en conformidad con la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) N.º 15. (CIPF, 2016)

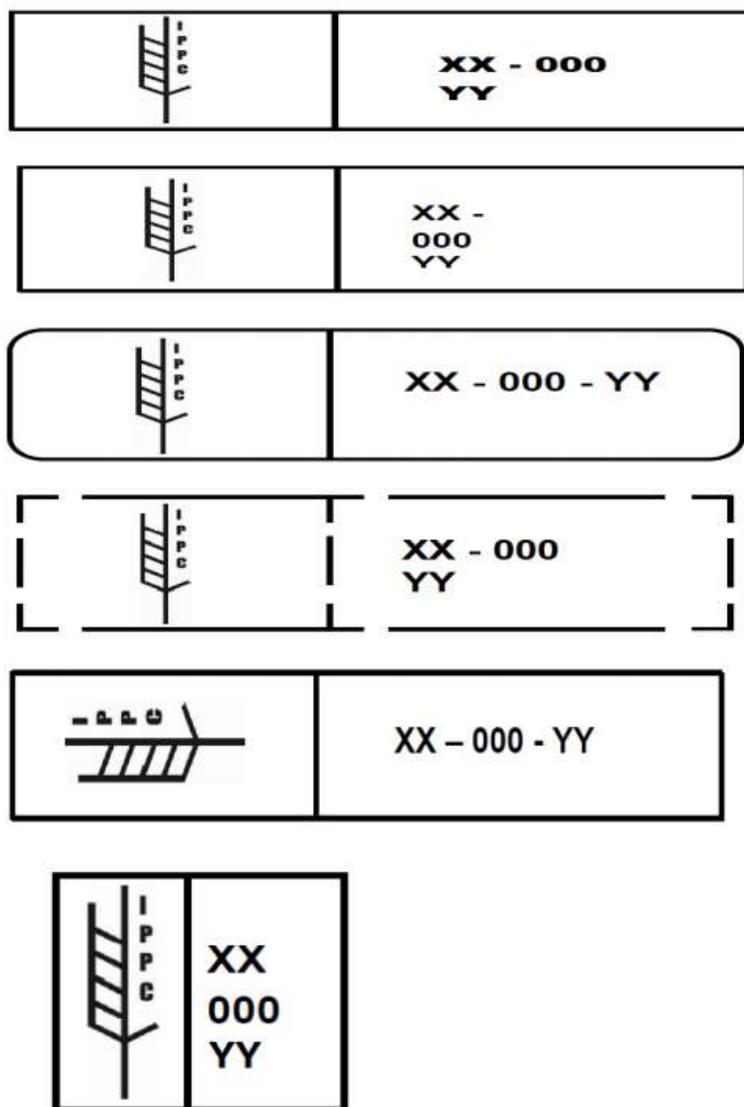
### **2.1.4 Marca para el embalaje de madera**

La siguiente descripción está basada en la ONPF de Guatemala que en este caso será el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación por medio de la Dirección de Sanidad Vegetal en base a lo establecido en el Acuerdo Ministerial No. 03-2014.

Todo embalaje de madera tratado, debe marcarse con un sello, el cual debe ser colocado en lugar visible; preferentemente, al menos en los dos lados opuestos del embalaje tratado y debe tener las características siguientes:

- Las dimensiones de la marca, podrán variar de acuerdo al tamaño del embalaje, garantizando que la misma sea visible, legible y permanente.
- La impresión debe ser en color negro.
- El sello estará dividido en dos paneles, izquierdo y derecho.
- El tamaño, los tipos de letra y la posición de la marca podrán variar, pero su tamaño debe ser suficiente para que resulte visible y legible al personal del MAGA sin necesidad de ayuda audiovisual. No habrá otro tipo de información dentro del borde de la marca. En caso de que se considere útil la aplicación de marcas adicionales, dicha información podrá figurar cerca del borde, pero fuera de él.
- Debe utilizarse cualquiera de los modelos que aparecen a continuación, respetando en el panel izquierdo la colocación del símbolo y su abreviatura, que corresponde a la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, cuyas siglas en inglés son IPPC; en el panel derecho, las abreviaturas en orden y posición que se describen como ejemplo deben ser sustituidas por la información que corresponda, siendo éstas: XX = Código del país donde fue efectuado el tratamiento, código según nomenclatura ISO; 000 = Código otorgado por el MAGA a la persona individual o jurídica registrada para la aplicación del tratamiento a embalajes de madera y, YY = Código que identifica al tratamiento efectuado: MB = Bromuro de Metilo ó HT = Tratamiento Térmico. (ACUERDO MINISTERIAL No. 03-2014, 2014)

**Figura 37. Modelos para marca del embalaje de madera**



Fuente: DISPOSICIONES PARA EL EMBALAJE DE MADERA UTILIZADO EN EL COMERCIO INTERNACIONAL. ACUERDO MINISTERIAL No. 03-2014

La marca debe tener forma rectangular o cuadrada y estar contenida dentro de un borde con una línea vertical que separe los símbolos de los elementos del código. Para facilitar el uso de una plantilla se podrá admitir la presencia de varios

espacios vacíos pequeños en el borde y la línea vertical, así como en otras partes de los elementos que componen la marca. No habrá otro tipo de información dentro del borde de la marca. (ACUERDO MINISTERIAL No. 03-2014, 2014)

### **2.1.5 Sello aparte de la marca para el embalaje**

A todo embalaje de madera tratado y sellado de conformidad con los modelos diseñados para el efecto debe colocársele otro sello cerca de la marca del embalaje tratado, que contenga la identificación del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, identificado con las siglas MAGA, que aparece a continuación, letras y borde del cuadrado en color negro. Las dimensiones del sello podrán variar, de acuerdo al tamaño del embalaje. Se debe garantizar que la misma sea visible, legible y permanente. (Acuerdo Ministerial No. 03-2014, 2014)

**Figura 38. Sello -MAGA- aparte de la marca para el embalaje**



Fuente: Disposiciones para el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional.  
Guatemala, ACUERDO MINISTERIAL No. **03-2014**

### **3. Control higiénico-sanitario y fitosanitario de tarimas de madera en la industria alimentaria.**

#### **3.1 Tipos de pallets**

Las primeras tarimas de madera se elaboraban de madera, ya que era un material económico y fácil de conseguir. Actualmente se puede encontrar embalajes fabricados a partir de diversos materiales, tales como cartón, plástico, hierro y fibra prensada, utilizándose unos u otros en función de la aplicación y del sector que van dirigidos.

**Pallets de madera.** Casi todos los pallets de madera están fabricados de pino radiata, y son los más solicitados, principalmente por: su precio, bajo costo de reparación y posibilidad de re utilizarlos, ya que pueden durar hasta 20 veces de uso.

**Pallets plásticos.** El uso de los pallets de plástico está destinado a variados mercados; se recomiendan para ambientes húmedos o en contacto directo con agua.

**Pallets de Cartón.** Otro material que ha ganado espacio en la demanda de pallets es el cartón corrugado, muy recomendable para la carga aérea debido a su peso, que no sobrepasa los 7 kg. Entre sus principales características se puede mencionar que: son totalmente reciclables y libres de controles fitosanitarios, por lo que no hay mayores impedimentos en transportar cargas de alimentos.

### **3.2 Manejo y limpieza de pallets de madera en una planta de alimentos**

Los pallets son usados en las plantas de alimentos para colocar los productos, materias primas, material de empaque o productos intermedios. Son imprescindibles en una planta porque las normas de BPM dicen que no deben colocarse los productos directamente en el piso. Deben estar levantados y para cumplir con las normas se usan pallets.

En los últimos tiempos, los pallets de madera han estado muy cuestionados; algunas razones son:

- Riesgo de astillas
- La madera es un material poroso
- Métodos con falta de limpieza y / o saneamiento

Los pallets van a estar en contacto directo con el producto. Si se coloca el producto en paletas para que no toque el piso es lógico suponer que los pallets están en condiciones higiénicas. Las paletas de madera en la producción de alimentos deben estar limpias, en buen estado y sin ningún daño. Si están sucias, contaminadas o rotas deben ser descartadas.

### **3.3 Aspectos higiénicos del manejo de pallets en la industria de alimentos**

1. Las paletas deben ser almacenadas en lugares cubiertos y en forma organizada. En muchas plantas se observa los pallets desorganizados en las áreas exteriores, así se convierten en refugio para las plagas. Cuando se almacenan los pallets en el exterior, estas pueden contaminarse con materia fecal de pájaros, ratas, insectos, todos ellos de potencial contaminación con microorganismos.

2. Si se almacenan en el exterior, al ingresar a la planta deben ser limpiadas e inspeccionadas para asegurar que ellas no son portadoras de cucarachas o ratas que queden escondidas entre ellas. Normalmente, no se tomamos una sola paleta, sino que estas se transportan con ayuda de montacargas, unas sobre otras y esto es propicio para que las ratas pueden esconderse.
3. Mantenga paletas separadas. Las paletas para zonas higiénicas no deben ser usadas en ninguna otra zona y deben estar debidamente identificadas.
4. La calidad de los pallets de madera también es importante. El control de calidad debe asegurar la buena recorte de las juntas y evitar que tenga astillas. No debe haber clavos salientes.
5. El contenido de humedad de la madera tiene gran influencia sobre la supervivencia y el crecimiento de microbios. La regla general es que la madera tendrá contenido de humedad por debajo del 20% para evitar el crecimiento de hongos y bacterias. Dado que a mayor contenido de humedad, mayor supervivencia de las bacterias. Por lo tanto, éstas deberán estar almacenadas en condiciones controladas.
6. Algunos productos alimenticios son también muy sensibles al deterioro en lo referente al gusto a los olores. Algunas personas han discutido la posibilidad de usar paletas de acero inoxidable para el transporte de alimentos.
7. Para evitar la contaminación de una posible solución, barata y fácil es usar paletas de madera con una hoja deslizante en la parte superior. Las paletas pueden ser mantenidos en zonas separadas y las láminas deslizantes pueden estar hechos de diferentes materiales reutilizables.

### **3.4 Tratamientos de limpieza y desinfección**

Limpieza deberá eliminar los microbios o los materiales que pueden causar contaminación o ser una potencia sitio para las plagas.

La higiene de los pallets es imprescindible en las zonas de higiene. A menudo, la recomendación ha sido la utilización de paletas de plástico que permiten la limpieza regularmente. Sin embargo algunos estudios recientes han demostrado que los pallets de plástico no son a menudo, más higiénicas que los pallets de otros materiales. La razón es que las ranuras, superficies ásperas de las paletas de plástico puede albergar microorganismos y son a menudo difíciles de limpiar adecuadamente. La madera es, bajo muchas circunstancias, tan buena como otros materiales para el uso en la industria alimentaria. (AgroBiotec Dominicana, 2013)

### **3.5 Importancia del Control Fitosanitario de tarimas de madera en la Industria alimentaria**

Si bien es cierto que las materias primas, productos en proceso, producto terminado, y otros, deben ser almacenadas en condiciones apropiadas que aseguren la protección contra contaminantes, requiere el uso de tarimas de madera para cumplir con estos requisitos de las Buenas Prácticas de Manufactura; sin embargo a las tarimas de madera también se les utiliza para apilar el producto previo al proceso de carga en la unidad de transporte. Es de suma importancia tener el control de que las tarimas de madera han recibido previamente el tratamiento fitosanitario correcto, lo cual se avala mediante un certificado fitosanitario proporcionado por el proveedor de embalaje de madera.

Por consiguiente el respaldo del tratamiento fitosanitario es vital para evitar posibles inconvenientes de exportaciones de productos como rechazo de

contenedores por motivos de plagas en pallets; en algunas ocasiones allí ha ocurrido. Este proceso es parte del control de trazabilidad que debe tener durante todo el proceso de manufactura de un producto alimenticio.

Cabe resaltar que el adecuado manejo y condición en el almacén donde se guarde el embalaje de madera en una planta manufacturera de alimentos, verifique que se cumpla con los requisitos de la normativa nacional e internacional aplicable, ya que si se adquiere de este tipo de material en donde fue fabricado y se le realizó el tratamiento térmico adecuado pero el control se pierde en la planta destino, muy probablemente se dará una re-contaminación por plagas y de igual manera, se generarán gastos innecesarios por el mal manejo del embalaje.

Por lo anterior, es de relevancia el control fitosanitario del embalaje de madera utilizado en la industria alimentaria, tanto para evitar contaminación al producto así como inconvenientes económicos en los procesos de comercialización.

**Tabla 2. Análisis de Resultados**

Equipos e Instalaciones requeridas	Propuesta No. 1: Acondicionamiento de Caja de Tráiler para realización de Tratamiento Térmico.		Propuesta No. 2: Acondicionamiento de Obra Civil para realización de Tratamiento Térmico.	
	Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Quemador/Caldera	Bajo costo de instalación	Mas materiales para la instalación y generación de desechos al medio ambiente	Bajo costo y eficiente	Generación de desechos al medio ambiente
Cámara u Horno o Sanitizador	Bajo costo de instalación	Menor vida de utilidad	Mayor vida de utilidad	Alto costo de instalación
Equipo para determinación de temperaturas internas	Eficiente	Costo medio alto	Eficiente	Costo medio alto
Registro de control de temperatura externa del horno o sanitizador	Eficiente y económico	Calibración anual	Eficiente y económico	Calibración anual
Manómetros	Eficiente y Práctico	Calibración anual	Eficiente y Práctico	Calibración anual
Equipo de Ventilación	Eficiencia	Costo medio alto de instalación	Eficiencia	Costo medio alto de instalación
Registro de la temperatura al centro de la madera	Eficiencia	Costo medio alto	Eficiencia	Costo medio alto
Capacidad máxima del horno para aplicación del tratamiento térmico	Costo medio de instalación	Capacidad baja de lotes de producción	Mayor capacidad de lotes de producción	Costo alto de instalación
Bodega para embalajes tratados	Económico	Baja vida de utilidad y mayor vulnerabilidad a una posible recontaminación	Mayor capacidad de almacén de tarimas tratadas y mayor vida de utilidad.	Costo alto de instalación

En base a la tabla No. 2 Análisis de resultados, al analizar las ventajas y desventajas de las dos propuestas indicadas para acondicionar cámaras para tratamiento térmico fitosanitario del embalaje de madera, en cumplimiento con la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) N.º 15 y la legislación nacional Acuerdo Ministerial No. 03-2014, como se puede observar en la tabla 2 Análisis de Resultados, página 90, la propuesta No. 1 “Acondicionamiento de Caja de Tráiler para realización de Tratamiento”, suele representar menor costo de implementación en comparación con la propuesta No. 2 “Acondicionamiento de Obra Civil para realización de Tratamiento”; respecto a vida útil y eficiencia representa una mayor ventaja la propuesta No. 2, ya que el material para la instalación de este horno será de concreto, por lo que se obtendría una mayor vida útil. A su vez, la capacidad tanto del horno para el tratamiento térmico fitosanitario y el almacén de tarimas de madera tratadas se podrá construir tan grande como se requiera; por ende en este aspecto no hay restricción.

Es importante resaltar que la implementación de la propuesta No. 2 Acondicionamiento de Obra Civil para realización de Tratamiento, representa una inversión monetaria significativa al inicio por el tipo de equipo que se requiere para su construcción; a largo plazo, será más conveniente por la vida útil que representa y eficiencia para llevar a cabo los procesos que se requieran.

Cabe mencionar que el interesado debe prestar suma importancia a lo referente a requisitos de tratamiento y marcado para el embalaje de madera que se utiliza, repara o recicla, para evitar inconvenientes comerciales tanto a nivel nacional como internacional, ya que muchos establecimientos no llevan a cabo el tratamiento térmico fitosanitario únicamente a embalaje de madera totalmente nuevo.

## VIII. CONCLUSIONES

- Se proporcionaron y describieron dos propuestas sobre el acondicionamiento de las instalaciones requeridas para el tratamiento térmico del embalaje de madera, las cuales son:

Propuesta 1 Acondicionamiento de Caja de Tráiler para realización de Tratamiento.

Propuesta 2 Acondicionamiento de Obra Civil para realización de Tratamiento.

Para ambas propuestas se describió cada uno de los equipos y ambientes requeridos para llevar a cabo este tipo de proceso, sobre la base de la Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 15, la legislación nacional Acuerdo Gubernativo No. 03-2014 Aplicación de Normas Fitosanitarias y la Facilitación de un Comercio Seguro de Embalaje de Madera y entrevistas con profesionales de la Dirección de Sanidad Vegetal del MAGA, encargados de velar por la aplicación de este tipo de tratamientos al embalaje nacional.

- Se realizó una descripción del proceso del tratamiento térmico fitosanitario de embalajes de madera. En este paso tal descripción es aplicable para ambas propuestas, ya que se cumple con lo que establecen las normativas nacional e internacional. La descripción detalla el proceso de inicio a fin, tanto para embalaje fabricado completamente nuevo así como también para el embalaje reutilizado e incluye los registros que deben implementarse para el control de esos procesos.

- Se detalla el procedimiento de la marca para el embalaje de madera y se hace diferencia entre el procedimiento para embalaje nuevo y el que se reutiliza.
- Se realizó una explicación sobre la importancia del adecuado manejo fitosanitario del embalaje de madera en una planta de alimentos, en donde se enfatizó en factores de contaminación para el alimento que se procesa y evitar inconvenientes económicos en los procesos de comercialización, ya que en el país han surgido casos de rechazo de contenedores de producto alimenticio de exportación, asociado a hallazgos de plagas en pallets o tarimas..

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Toda aquella persona jurídica o individual que se dedique a la fabricación y/o aplicación del tratamiento térmico de embalaje de madera, debe cumplir con las especificaciones indicadas por la normativa nacional e internacional para contribuir al comercio de un embalaje seguro, así como también no perjudicar al resto de productores del país por no llevar a cabo correctamente estos procesos. Da al interesado mayor credibilidad para el producto que ofrece al mercado.
- Optar por implementar la propuesta No. 2: “Acondicionamiento de Obra Civil para Realización de Tratamiento.” A largo plazo, el interesado obtendrá mejor beneficio por la vida útil que tendrá este equipo, por el tipo de materiales que se utilizan para su construcción.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Agricultura, L. O. (s.f.). *Directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional*. Recuperado el 23 de Agosto de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/007/y4838s/y4838s05.htm>

AGROBIOTEK ABT INTERNACIONAL. (2013). *Sanidad, Inocuidad y Calidad de los Alimentos*. Recuperado el 16 de abril 2016, de <https://sanidadealimentos.com/tag/pallets/>

Alimentación, O. d. (2002). *Directrices para Reglamentar el Embalaje de Madera Utilizado en el Comercio Internacional*. Recuperado el 27 de julio de 2016, de <http://www.inti.gob.ar/maderaymuebles/pdf/NIMF15FAO.pdf>

Aerosol. (s.f.). *Carcoma Lyctidae: Lyctus Brunneus*. Recuperado el 16 de abril de 2016, de <https://www.desinfeccionesaerosol.com/enciclopedia-de-plagas/carcoma/carcoma-lyctidae/>

Girón Arévalo, F. A. (2006). *Montaje de Secador para el Tratamiento Térmico Fitosanitario de Embalajes de Madera*. (Tesis de Ingeniería Mecánica): Universidad de San Carlos de Guatemala: Guatemala.

Argentina, P. (2013). *Guía de Embalajes de Exportación*. Recuperado el 28 de julio de 2016, de <http://www.ieralpyme.org/noticias/guia-embalajes-exportacion-499.html>

Bugguide. (2014). *Sobre Scolytidae*. Recuperado el 16 de abril de 2016, de <http://bugguide.net/node/view/1008774>

Confederación Española de Empresarios de la Madera. (2004). *Exigencias Fitosanitarias para Envases y Embalajes de Madera*. España: Ibersaf Industrial, S. L.

Confederación Española de Empresarios de la Madera. (2004). *Tratamientos de Calor. Exigencias Fitosanitarias para Envases y Embalajes de Madera*, España. Ibersaf Industrial, S. L.

Conselleria de Medio Ambiente, A. U. (2016). Guía de Buenas Prácticas en la Industria de la Madera para Evitar la Introducción y Propagación del Nemátodo de la Madera del Pino. Recuperado el 16 de abril de 2016, de <http://www.habitatge.gva.es/documents/20551003/102695344/25706-65321-ManualCast/85f2ee1b-246f-40bb-b939-68885debf463%3Bjsessionid=295163E9103AC669074BC33F5E25B2FB.no de1?version=1.0>

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), S. d. (2016). *Reglamentación del Embalaje de Madera Utilizado en el Comercio Internacional*. Recuperado el 16 de abril de 2016, de [https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2016/01/ISPM\\_15\\_2009\\_Es\\_2016-01-14.pdf](https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2016/01/ISPM_15_2009_Es_2016-01-14.pdf)

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación: Dirección de Sanidad Vegetal. (2014). Acuerdo Ministerial No. 03-2014 Disposiciones para el Embalaje de Madera Utilizado en el Comercio Internacional. Recuperado el 16 de abril de 2016, de [http://portal2.maga.gob.gt/unr\\_normativas/pdfs/AM20552004](http://portal2.maga.gob.gt/unr_normativas/pdfs/AM20552004).

Drying, F. (2016). Horno de secado de madera por gas de combustión. Recuperado el 22 de abril de 2016, de <http://forwooddry.es/5-heating-kiln.html>

Escobedo, T. (s.f.). Tratamiento Térmico HT. Recuperado el 16 de julio de 2016, de <http://www.tarimasescobedo.com/tratamiento.html>

*Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2019)*. Guía de Envases y Embalajes. Recuperado el 18 de julio de 2016, de [http://www.mincetur.gob.pe/comercio/ueperu/consultora/docs\\_taller/envases%20y%20embalajes.pdf](http://www.mincetur.gob.pe/comercio/ueperu/consultora/docs_taller/envases%20y%20embalajes.pdf)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), O. d. (2012). Guía para la Aplicación de Normas Fitosanitarias en el Sector Forestal. Recuperado el 27 de julio de 2016. de <http://www.fao.org/docrep/015/i2080s/i2080s.pdf>

Fitosanitaria, D. d. (2012). Guía Técnica para Instalaciones de Fabricación y Tratamiento Térmico de Embalaje de Madera para Exportación. Recuperado el 22 de abril de 2016, de [https://www.sfe.go.cr/GuiasTecnicasExportaciones/CF30\\_GT\\_fabricacion\\_y\\_tratamiento\\_termico\\_de\\_madera\\_para\\_exportacion.pdf](https://www.sfe.go.cr/GuiasTecnicasExportaciones/CF30_GT_fabricacion_y_tratamiento_termico_de_madera_para_exportacion.pdf)

Fitosanitarios, S. d. (s.f.). Norma Internacional sobre Medidas Fitosanitarias en Colombia. Recuperado el 28 de julio de 2016, de <http://www.ica.gov.co/getattachment/189b9053-18cb-48ca-aba7-16a9f52601a4/Publicacion-28.aspx>

Dirección General de Gestión Forestal (2008). *Informaciones Técnicas. Nemátodo de la Madera de Pino*. España: Servicio de Planificación y Gestión Forestal. 1,2-4.

López Colón, J.( 2016)., Los Bostrichidae Latreille, 1802 de la Fauna íbero-balear (Coleoptera). Recuperado el 22 de abril de 2016, de

[http://www.heteropterus.org/pdf/n7/Heteropterus\\_Rev\\_Entomol\\_7\(2\)\\_147-227.pdf](http://www.heteropterus.org/pdf/n7/Heteropterus_Rev_Entomol_7(2)_147-227.pdf)

Sánchez, J.(s/f). Insectos y Otros Organismos Xilófagos que Afectan a la Madera. Recuperado el 16 de abril de 2016, de [http://www.europest.net/salud\\_publica/19\\_europest\\_contra\\_los\\_insectos\\_xilofagos.pdf](http://www.europest.net/salud_publica/19_europest_contra_los_insectos_xilofagos.pdf)

Inversiones, I. D. (2016). ¿Cuáles son los tipos de embalaje más comunes en las mercancías de exportación?. Recuperado el 22 de abril de 2016, de <http://www.proecuador.gob.ec/faqs/cuales-son-los-tipos-de-embalaje-de-las-mercancias-exportadas/>

Laminada, W. M. (2012). La madera y los insectos que la pueden atacar, formas de protección. Recuperado el 18 de Agosto de 2016, de <http://woodsrl.com.ar/?p=102>

Lawrence, J. (2000). Invertebrate Taxonomy. Recuperado el 22 de abril de 2016, de [https://www.researchgate.net/publication/263025948\\_John\\_F\\_Lawrence\\_-\\_Coleopterist\\_par\\_excellence](https://www.researchgate.net/publication/263025948_John_F_Lawrence_-_Coleopterist_par_excellence)

Aduana en México y el Mundo. (2011). *Fumigación de Tarimas de Madera*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2017, de [pdfhttps://aduanaenmexico.wordpress.com/2011/01/31/fumigacion-de-tarimas-de-madera/](https://aduanaenmexico.wordpress.com/2011/01/31/fumigacion-de-tarimas-de-madera/)

Ministerio de Agricultura, A. y. (s.f.). Países que exigen NIMF 15. Recuperado el 16 de abril de 2016, de <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/embalajes-de-madera-nimf-15/paises-que-exigen-nimf-15/#>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2005). Acuerdo Ministerial No. 2055-2004. Recuperado el 22 de abril de 2016, de <http://sistemas.maga.gob.gt/normativas/Normativas?page=3&sortOrder=Resumen&categoriaId=4>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2014). Acuerdo Ministerial No. 03-2014. Recuperado el 22 de abril de 2016, de <http://sistemas.maga.gob.gt/normativas/Normativas?page=3&sortOrder=Resumen&categoriaId=4>

Mundo, I. d. (s.f.). Cuales son los tipos de embalaje mas comunes en las mercancías. Recuperado el 16 de abril de 2017, de <http://axxon.com.ar/mus/Insectos.htm>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2005). *Guía de Tecnología y Procedimientos para el Tratamiento Fitosanitario y Manejo de Embalaje de Madera Utilizado en el Comercio Internacional*. México: Universidad Autónoma de Chapingo.

Venti Oelde (s.f.). Ventilador Centrífigo de circulación de aire e alta temperatura para horno. Recuperado el 13 de septiembre de 2016, de <http://www.directindustry.es/prod/ventilatorenfabrik-oelde/product-92011-1142573.html>

PCE. (s.f.). Termómetro Infrarrojo PCE-778. Recuperado el 13 de septiembre de 2016, de [https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/termometro-infrarrojo-kat\\_70710\\_1.htm](https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/termometro-infrarrojo-kat_70710_1.htm)

Plantas, O. N. (2014). Implementación de la NIMF 15. Recuperado el 28 de julio de 2016, de <http://nappo.org/spanish/programa-de-trabajo/simposios-y-talleres/implementacion-de-la-nimf-15-reglamentacion-del-embalaje-de-madera-utilizado-en-el-comercio-internacional/>

*Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación* (2004). Disposiciones para el Embalaje de Madera Utilizado en el Comercio Internacional. Recuperado el 25 de septiembre de 2016, de [http://portal2.maga.gob.gt/unr\\_normativas/pdfs/AM20552004](http://portal2.maga.gob.gt/unr_normativas/pdfs/AM20552004).

Dirección General de Sanidad Vegetal (2016). Preguntas Frecuentes: qué tipos de embalajes de madera están sujetos a la NIMF 15?. Recuperado el 25 de septiembre de 2016, de <http://docplayer.es/3658760-Preguntas-frecuentes-2-que-tipo-de-embalajes-de-madera-estan-sujetos-a-la-nimf-15.html>

Tatacuá, H. (2016). Termómetros. Recuperado el 18 de septiembre de 2017, de <http://www.hornostatacua.com.ar/termometros-para-hornos.html>

Semarnat. (2004). *Cámaras Térmicas*. Recuperado e 18 de septiembre del 2016, de <http://www.nom-144.com.mx/nuestrasolucion.html>

United Parcel Service of America, I. (2014). *UPS.COM*. Recuperado el 18 de julio de 2016, de [https://www.ups.com/media/en/prepare\\_shipment\\_guide.pdf](https://www.ups.com/media/en/prepare_shipment_guide.pdf)

Valenzuela, L. (Comunicación personal. Entrevista, 17 de Agosto de 2016). Profesional en Embalaje de Madera. (A. C. Hernández, Entrevistador)

## **XI. ANEXOS**

## GLOSARIO

Albura	Término utilizado para la madera que se encuentra en la porción más externa del tronco o ramas de un árbol, justo bajo la corteza. La albura se puede considerar como la “madera vida” de un árbol, ya que es un tejido biológicamente activo cuya función primordial es la conducción de agua de las raíces al follaje.
Coleóptera	Son animales generalmente de tamaño pequeño, prácticamente omnipresentes, siendo incluso acuáticos, aunque no se encuentran en el agua marina abierta. Muchos de ellos son herbívoros, causan importantes plagas, y su alimentación es muy variable.
Carcoma	Carcoma es el nombre común que se utiliza para designar a un grupo de escarabajos de diferentes tipos que tienen un aspecto común: son xilófagos y se alimentan de madera (Xilófagos) en su fase de larva.
Connado	Parte de consistencia dura que protege y separa los ojos de la boca de los escarabajos.
Deflectores	Láminas de metal que permiten dirigir el flujo de aire impulsado por los ventiladores hacia el sistema de calefacción y humidificación, y pila de madera; tratan de evitar su paso por lugares donde no hay madera.
Duramen	Es la madera que ocupa prácticamente toda la porción central del tronco y ramas de un árbol. El duramen está compuesto por células biológicamente muertas cuya única función es

proporcionar al tronco del árbol una estructura interna fuerte y resistente con la cual poder sostener todo el peso de las ramas y la copa en general.

Embalaje de

Madera

Madera o productos de madera, con exclusión de los productos de papel, utilizados para sujetar, proteger o transportar un producto básico. Incluye la madera de estiba.

Flabelado

Que tiene forma de abanico.

Filiforme

Que tiene forma o apariencia de hilo.

Fumiscopio

Aparato que permite medir niveles de concentración de Bromuro de Metilo.

Fumigación

Tratamiento con un agente químico que alcanza al producto básico en forma total o, principalmente, en estado gaseoso.

Gas LPG

El gas licuado del petróleo es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disuelto en el petróleo. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambiental son gases, son fáciles de licuar.

Glabros

Son denominaciones dadas a organismos o sus partes, que no presentan pelos, tricomas o estructuras similares en su superficie externa.

Infestación de un Producto básico	Presencia de una plaga viva en un producto básico, la cual constituye una plaga de la planta o producto vegetal de interés.
Intercepción de una Plaga	Detección de una plaga durante la inspección o prueba de un producto importado.
Marca	Sello o señal oficial, reconocida internacionalmente, aplicada a un artículo reglamentado para atestiguar su estatus fitosanitario.
NIMF	Normas internacionales para medidas fitosanitarias.
ONPF	Organización Nacional de Protección Fitosanitaria.
Pectiniformes	Que tiene forma de peine o láminas finas dispuestas como las púas de un peine.
Pallets	Armazón de madera, plástico u otro material empleado en el movimiento de carga, para facilitar el levantamiento y manejo con pequeñas grúas hidráulicas, llamadas carretillas elevadoras o transpale.
Procoxa	Es el primer segmento basal de una pata anterior en un artrópodo.

Pubescentes	Cualquier órgano vegetal (hoja, fruto) o conjunto o especie animal que presenta su superficie vellosa, cubierta de pelos finos y suaves.
Pupa	Es el estado por el que pasan algunos insectos en el curso de la metamorfosis que los lleva del estado de larva al de imago o adulto.
PVC	El policloruro de vinilo (PVC) es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo.
Plaga Cuarentenaria	Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no está extendida y se encuentra bajo control oficial.
Tratamiento	Procedimiento autorizado oficialmente para matar o eliminar plagas o esterilizarlas.
Tratamiento térmico	Proceso mediante el cual un producto básico es sometido al calor hasta alcanzar una temperatura mínima, durante un período determinado, conforme a especificaciones técnicas reconocidas oficialmente.
Ventritos	Parte maxilar del aparato bucal de los escarabajos.



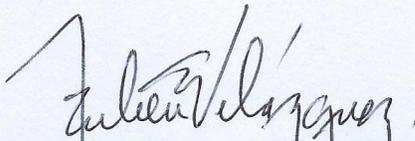
Ana Cristabel Hernández Torres

AUTORA



MSc. María Ernestina Ardón Quezada

DIRECTORA



Dr. Rubén Daríel Velásquez Miranda

DECANO