

Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía



Volumen 2

SERIE SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
MEDIO AMBIENTE CAMBIO CLIMÁTICO BIOENERGÍA [MONITOREO Y EVALUACIÓN]



Fotos de la portada Izquierda: *Experimento de aspersores sobre árboles en el Norte de California* (Fotógrafo desconocido)
Medio: *Anillos y manchas de "Russet" desarrollados en manzanas dañadas por el frío en el Norte de Portugal* (fotógrafo: António Castro Ribeiro)
Derecha: *Utilización de aros y plásticos para proteger plantas de Alstroemeria (Lirio del Perú) en el Norte de California* (fotógrafo: Richard L. Snyder)

Fotos de la contraportada Izquierda: *Acumulación de hielo por el uso de aspersores bajo la cubierta en el Norte de California* (fotógrafo: Richard L. Snyder)
Medio: *Flores de manzano dañadas por helada mostrando los pétalos dañados unos días después de la helada en una plantación de frutales en el Norte de Portugal* (fotógrafo: António Castro Ribeiro)
Derecha: *Acumulación de hielo por la aplicación de agua con aspersores sobre cultivo de viña* (fotógrafo: Robert Corrella)

Imagen de fondo en esta página Ilustración elaborada a partir de "L'Encyclopédie Diderot et D'Alembert"

Los ejemplares de las publicaciones de FAO pueden solicitarse en: Grupo de Ventas y Comercialización - División de Información, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)
Viale delle Terme di Caracalla - 00153 Rome, Italy

E-mail: publications-sales@fao.org
Fax: (+39) 06 57053360
Web site: <http://www.fao.org>



Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía

Volumen ②

Richard L Snyder

University of California, Atmospheric Science,
Department of Land, Air and Water Resources - Davis, California, USA

J. Paulo de Melo-Abreu

Technical University of Lisbon, Instituto Superior de Agronomia (ISA)
Departamento de Ciências do Ambiente
Apartado 3381, 1305-905 Lisboa, Portugal

Scott Matulich

Washington State University
School of Economic Sciences
Washington State University, Pullman, WA 99164-6210, USA

Traducción: **Josep M. Villar-Mir**

Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria
Universidad de Lleida, Cataluña, España.

Traducción: **José Millán**

Departamento de Administración de Empresas y Gestión Económica de los Recursos Naturales
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria
Universidad de Lleida, Cataluña, España.

10

SERIE SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES [MONITOREO Y EVALUACIÓN]
MEDIO AMBIENTE CAMBIO CLIMÁTICO BIOENERGÍA

Las conclusiones que se presentan en esta publicación se consideran las más convenientes en el momento de su edición. Las conclusiones pueden modificarse en vista de mayores conocimientos obtenidos en posteriores etapas del proyecto.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ISBN 978-92-5-306504-2

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión parcial o total del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas.

Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la FAO y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse

por correo electrónico a:

copyright@fao.org

o por escrito al:

Jefe de la

Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicaciones

Oficina de Intercambio de Conocimientos

Investigación y Extensión, FAO

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia.

© FAO 2010



PRÓLOGO

Este volumen revisa los conceptos de probabilidad y de riesgo del daño por helada, y utiliza esta información para ayudar a los lectores a tomar decisiones de tipo económico en la protección contra las heladas. El libro incluye programas de ordenador que simplifican la complejidad de los cálculos. El programa TempRisk.xls calcula la probabilidad de que la temperatura caiga por debajo de la temperatura crítica y entonces determina la certeza de que ocurra la helada por lo menos una vez en un número determinado de años. Esta aplicación es de utilidad para determinar la probabilidad y el riesgo de que ocurra el daño por helada cuando se ha establecido la sensibilidad al daño durante el periodo de interés. El programa FriskS.xls calcula la probabilidad de la fecha de la última helada en primavera, la primera helada en otoño y la duración del periodo libre de heladas entre la primavera y el otoño. La aplicación FrisK.xls es útil ya que ayuda a decidir el riesgo físico sobre los cultivos de plantar demasiado pronto o de cosechar demasiado tarde.

El programa DEST.xls se utiliza para calcular el riesgo específico de daño por helada en frutales y viñas que tienen una sensibilidad a las heladas que cambia con el estado fenológico. El programa utiliza datos climáticos y temperaturas críticas asociadas con un daño del 90% (T_{90}) y del 10% (T_{10}), que hay que introducir para cada fecha fenológica. El programa analiza los datos entre la primera y la última fecha con estados fenológicos sensibles y produce tablas (1) del porcentaje anual de daño para un cultivo sin protección y para 11 métodos de protección, (2) del rendimiento anual de un cultivo sin protección y para 11 métodos de protección, (3) de las medias y de las desviaciones típicas del porcentaje de pérdidas de frutos y de rendimientos en el periodo analizado y (4) de la media y de la desviación típica del número de heladas y su duración.

Por último, el libro proporciona el programa FrostEcon.xls que permite a los usuarios determinar el riesgo económico de la protección contra las heladas, así como la eficacia en los costes de distintos métodos de protección. Es un programa muy elaborado que combina la probabilidad y el riesgo con la información de los costes y de los ingresos de diferentes métodos de protección, para determinar cuál es el sistema que debería adoptarse en cada caso. El texto contiene ejemplos ilustrativos que ayudarán a los agricultores y a los consultores a tomar decisiones acertadas en el momento de tener que tomar decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Dr. Michele Bernardi y al Dr. Rene Gomme del Grupo de Agrometeorología de la División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Bioenergía del Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio ambiente de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura por su asistencia en la planificación y redacción del libro sobre heladas. Queremos agradecer a nuestros amigos el Dr. Luciano Mateos por animarnos a escribir el libro y a la Dr. Helena Gómez MacPherson y Ángela Scappaticci por su amistad y apoyo durante las visitas a la FAO en Roma. Se agradece a los profesores Donatella Spano y Pietro Deidda del Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei por darnos apoyo y facilidades durante parte de la preparación del libro en la Universidad de Sassari, Italia. También queremos dar las gracias al Dr. Kyaw Tha Paw U y al Dr. Michael J. Singer del Department of Land, Air and Water Resources por su apoyo continuado en este esfuerzo.

Los autores agradecen a sus respectivas instituciones, Department of Land, Air and Water Resources – University of California en Davis; Instituto Superior de Agronomía – Technical University of Lisbon; y al Department of Agricultural and Resource Economics – Washington State University. También agradecemos a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y a la Universidad de California por el apoyo financiero al Dr. Zinder durante su tiempo de permiso sabático en Italia. Agradecemos a la Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) y a la Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento por el apoyo financiero del Dr. de Melo-Abreu en la University of California en Davis para trabajar en este libro.

Los autores agradecen al Dr. António Castro Ribeiro por el suministro de datos de su tesis, que nos ayudó a desarrollar el análisis para las máquinas de viento. También agradecemos a Neil O’Connell del Tulare County Cooperative Extension – University of California por suministrar información sobre los costes de la protección contra heladas. Además, queremos agradecer a todas las personas que ha contestado a la encuesta sobre Tecnologías Apropriadadas. Para acabar queremos agradecer a los revisores del libro por sus comentarios y sugerencias.

La edición final del lenguaje y estilo en nombre de FAO fue realizado por Thorgerir Lawrence, Reykjavik, y la preparación de la edición fue realizada por Studio Bartoleschi en Roma, Italia.

Los esfuerzos de coordinación para la edición en español hay que agradecerse a Dr. Claudia Hiepe de la División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Bioenergía de FAO. El profesor Josep M Villar-Mir de la Universidad de Lleida (Cataluña, España) quiere agradecer las sugerencias y comentarios de José Paulo de Melo e Abreu, y de los ingenieros agrícolas Laia Villar y Sergi Valls en la edición final del texto en español.

CONTENIDOS

iii	Prólogo
iv	Agradecimientos
	1 – LA PROBABILIDAD DE HELADA Y EL RIESGO DE DAÑO
1	Importancia de la probabilidad y del riesgo
2	Cálculos de riesgo y certidumbre
3	Cálculos de la probabilidad de los eventos
5	Cultivos con una sensibilidad establecida
5	Datos de entrada
6	Resultados de la Probabilidad
6	Hoja de cálculo y gráfico del riesgo
7	Fechas de la última helada en primavera y de la primera helada en otoño
8	Introducción de datos
8	Resultados de la Probabilidad
8	Gráfico de la estación de crecimiento
10	Hoja de cálculo y gráfico del riesgo
10	Métodos de cálculo
12	Aplicación del Estimador de Daño (DEST.xls)
	2 – EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS MÉTODOS DE PROTECCIÓN
17	Introducción
20	Visión general del Modelo
22	Inicialización
27	Selección de Tecnología
28	Presupuestos
31	<i>Coste de adquisición de los equipos</i>
31	<i>Costes Variables Anuales</i>
32	<i>Resumen del coste total anual</i>
35	Eficacia en costes
38	Riesgo
49	Otros métodos de protección
50	REFERENCIAS
51	ANEXO – EJEMPLOS DE HOJAS DE CÁLCULO DE PRESUPUESTOS