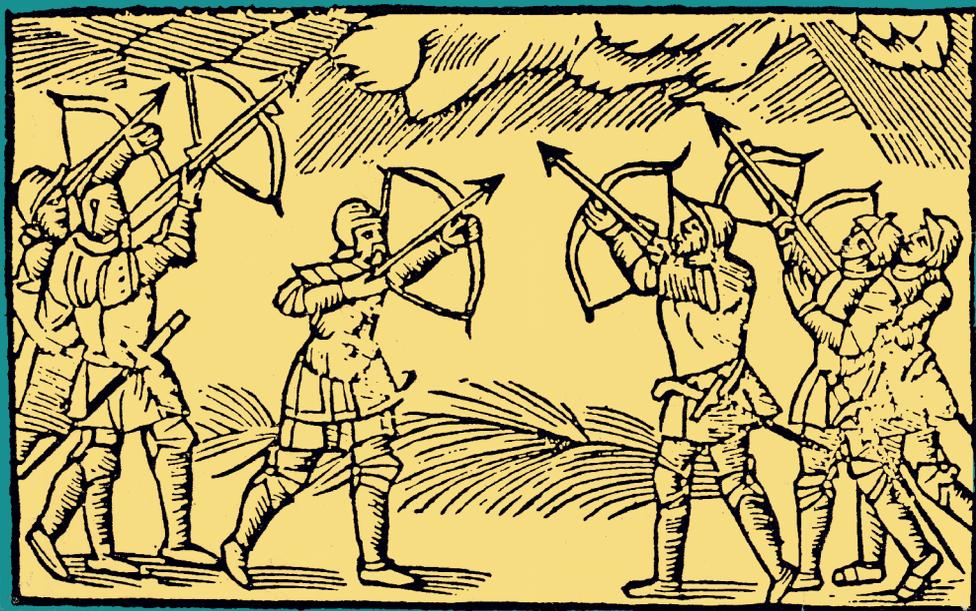


Las heladas primaverales

Protección en frutales de clima templado - frío

Miguel Ángel Tassara

Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle
Centro Regional Patagonia Norte



"No te dejes oprimir por las adversidades, enfrentalas con coraje", Emperador Augusto. Roma.

▪ Ediciones

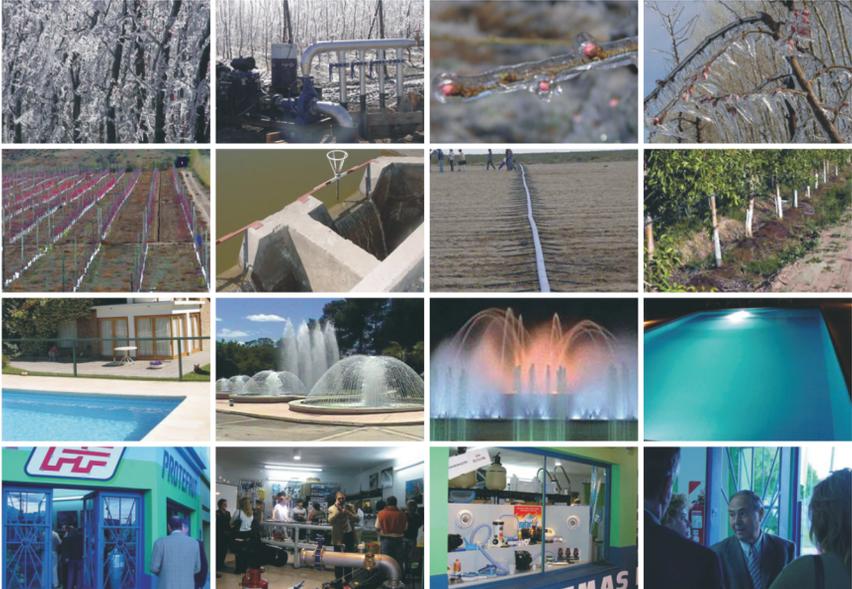
Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria





Desde
1957

PROTEFRUT



Riego por aspersion contra heladas
Goteo y microaspersion - Parques y Jardines
Fuentes y cascadas - Piscinas - Parquizaciones

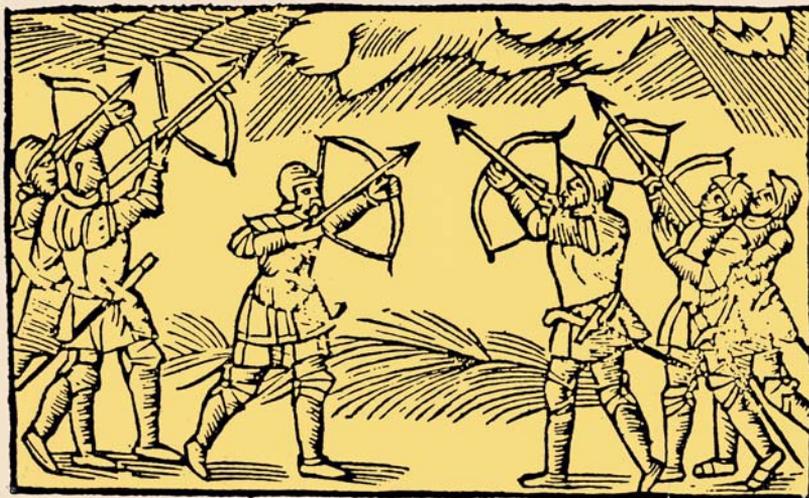
Ruta 22 Km 1133 - Villa Regina - RN - Tel: +54 02941 464995/6
www.protefrutirriegos.com.ar info@protefrutirriegos.com.ar

Las heladas primaverales

Protección en frutales de clima templado - frío

Miguel Ángel Tassara

Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle
Centro Regional Patagonia Norte
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Las heladas primaverales

Protección en frutales de clima templado - frío

Ing. Agr. Miguel Ángel Tassara

Publicación de:

Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle

Centro Regional Patagonia Norte

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Casilla de Correo 782, (8332) General Roca, Río Negro, Argentina.

Teléfono/Fax: 02941-439000

E-mail: bibaltovalle@correo.inta.gov.ar

<http://www.inta.gov.ar/altovalle>

Primera edición de 1.000 ejemplares, 2007

Edición, diseño y diagramación:

Sección Comunicaciones Alto Valle - INTA

Fotografías:

Archivo fotográfico EEA Alto Valle

Reservados todos los derechos de la presente edición para todos los países. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente en ninguna de sus formas sin el consentimiento por escrito del autor.

Hecho el depósito que prevé la ley 11.723 - ISBN: 978-987-521-273-2

Impreso en Argentina/Printed in Argentina

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 1. LA FRUTICULTURA MODERNA Y SU RELACION CON LA ADVERSIDAD CLIMÁTICA	9
1.1 Breve historia regional.....	10
1.2 Los grandes eventos de heladas en las últimas décadas.....	12
1.3 La investigación en defensa contra heladas a nivel internacional.....	13
1.4 La defensa a nivel regional.....	14
CAPÍTULO 2. EL RIESGO DE DAÑO POR HELADAS PRIMAVERALES EN FRUTALES	16
2.1 MANZANOS.....	17
2.2 PERALES.....	19
2.3 DURAZNERO.....	20
2.4 Conclusiones.....	20
CAPÍTULO 3. EL MICROAMBIENTE VEGETAL	22
3.1 Principios básicos para la formación de heladas.....	24
3.2 Tipos de helada.....	25
3.3 El vapor de agua.....	27
3.4 El punto de rocío.....	28
CAPÍTULO 4. LA TEMPERATURA DEL ÍNDICE ACTINOTÉRMICO (IA)	29
4.1 Instrumental meteorológico de medición.....	29
4.2 La Estación Agrometeorológica.....	31
4.3 Estudio microclimático del monte frutal.....	32
4.4 El instrumental electrónico.....	35
CAPÍTULO 5. RESISTENCIA DE LOS ÓRGANOS VEGETALES AL FRÍO	37
5.1 Tablas de resistencia al frío.....	37
5.1.1 Tabla de resistencia al frío: Manzano.....	38
5.1.2 Tabla de resistencia al frío: Peral.....	40
5.1.3 Tabla de resistencia al frío: Duraznero.....	42
5.1.4 Tabla de resistencia al frío: Cerezo.....	44
5.1.5 Tabla de resistencia al frío: Ciruelo.....	46
5.1.6 Tabla de resistencia al frío: Vid.....	48
5.2 Factores de importancia en la resistencia.....	50
5.3 Los mecanismos de la resistencia al frío.....	52

CAPÍTULO 6. FENOLOGIA-DORMANCIA.....	59
6.1 La dormancia en los frutales - Modelo de UTA.....	59
6.2 El monitoreo de las yemas florales.....	61
CAPÍTULO 7. DEFENSA PASIVA DE HELADAS PRIMAVERALES.....	64
7.1 Barreras rompevientos.....	64
7.2 La conservación del suelo.....	66
7.3 La importancia del agua.....	69
7.4 El manejo del suelo y el riego.....	70
7.5 Los retardantes de la floración.....	71
CAPÍTULO 8. LA DEFENSA ACTIVA CONTRA HELADAS.....	74
8.1 Cálculo de pérdidas por convección.....	74
8.1.2 Compensación por déficit de humedad.....	76
8.2 El método de riego por aspersión.....	77
8.2.1 Factor de seguridad.....	77
8.2.2. Requerimientos de energía y pluviometría por especie...	85
8.2.3. El aspersor antihelada, uniformidad de pluviometría	86
8.2.4 Características de las instalaciones.....	89
8.2.5. Normas de manejo del equipo.....	90
8.2.6. Observaciones durante el funcionamiento del equipo..	92
8.2.7. El fin del riego.....	93
8.2.8. Chequeo de los equipos de riego.....	95
8.2.9. Las variantes de la aspersión clásica.....	99
8.2.10. El sistema de riego con "Flipper".....	100
8.2.11 La aspersión bajo copa.....	101
8.3 La calefacción antihelada.....	102
8.3.1 El calefactor "Lazy-Flame".....	103
8.3.2. Sistema de calefacción con combustible presurizado.	111
8.3.3. Métodos de mezcla del aire de las capas bajas atmosféricas.....	120
CAPÍTULO 9. LAS BACTERIAS "GLACIÓGENAS" Y SU RELACION CON EL DAÑO POR FRÍO.....	130
CAPÍTULO 10. EL SISTEMA DE AVISO DE TEMPERATURAS EN EL ALTO VALLE DE RÍO NEGRO Y NEUQUÉN.....	132
CAPÍTULO 11. EL FUTURO DE LA DEFENSA.....	134
CAPÍTULO 12. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA DEFENSA DE HELADAS.....	137
12.1. Defensa en perales.....	142
12.2. Defensa en duraznero.....	147
GLOSARIO.....	153
REFERENCIAS.....	155

INTRODUCCIÓN

El clima continental templado - frío caracteriza a todos los valles irrigados del río Negro (Alto Valle, Valle Medio y Valle Inferior) y a los valles inferiores de los ríos Neuquén y Limay. Los inviernos garantizan las necesidades de requerimientos de frío de las plantas de los frutales de pepita, de carozo, de frutos secos y de vid que se cultivan en la región.

La aridez del clima tiene origen en la escasa precipitación, con una media de 200 mm por año, distribuida con regularidad durante el año. Los vientos dominantes son del sector suroeste, con bajo contenido de humedad. Esto provoca descensos térmicos intensos y en primavera heladas del tipo “negras”, como consecuencia de la no saturación del aire en temperaturas bajo cero grado centígrado.

Los frutales y la vid que se cultivan en esta parte de la Patagonia están expuestos a sufrir daños por las heladas primaverales, convirtiéndose en la adversidad climática de mayor importancia económica. El riesgo de daño por frío se incrementa durante el período de floración, de cuaje de los frutos y cuando los frutos son pequeños.

Si bien la mayoría de las heladas son del tipo radiativas (pérdidas de calor por radiación), también se producen en menor cantidad heladas advectivas (descensos térmicos bajo cero grado con brisa o viento suave). Estas últimas no se pueden combatir con métodos activos de defensa.

La topografía que caracteriza a los valles en general, tiene una escasa pendiente del terreno del 0.7/00 de oeste a este, limitando las posibilidades de derivar el aire frío hacia zonas bajas o incultas.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia: Alicia, Ezequiel, Luciano y Mariana, por todo el apoyo.

Al querido Ángel Salomón de la AER de Villa Regina, quien fue un gran impulsor del tema de “defensa de heladas” y de la agrometeorología en la región. Juntos realizamos los primeros trabajos en el tema con productores de esa Colonia, a mediados de los años ´70.

Un agradecimiento infinito al equipo de trabajo de muchas noches “frías”, integrado por Fredys Cabezas, Gustavo Nordenstrom. Y muchos colaboradores más de la Estación Experimental Alto Valle.

A Ángel Muñoz quien realizó la confección de tablas y gráficos del trabajo, a Raquel Luna por sus consejos y múltiples aportes, a Antonia Castro por su colaboración en la atención de las Empresas anunciantes y a Elvia Contreras y a José Luis Vecchi por la paciencia en el minucioso trabajo de corrección y diseño.

También, un gran agradecimiento a todos los técnicos que gentilmente leyeron este original y muy especialmente al trabajo del ingeniero Héctor Castro.

Estas empresas acompañan al INTA en esta publicación:

ASEAGRO S.R.L.

Estaciones meteorológicas ADCOM

Rivadavia 694 - (5800) Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Tel: (0358) 4700505 Fax:(0358) 4700505 - info@aseagro.com.ar

BALLADA SAIC

Industria Metalúrgica

25 de Mayo 68 - General Roca - Río Negro

Tel. (02941) 434513 - www.ballada.com.ar

CONSORCIO GENERAL ROCA DE RIEGO Y DRENAJE

Ayala y 3 de Febrero - Tel. (02941) 430021

General Roca- Río Negro - riegoroca@speedy.com.ar

FRIorent S.A.

Empresa frutícola - Frío

Acceso Luis Beltrán - (8361) Beltrán

Telefax:. (02946) 480534 - adolofobottino@ciudad.com.ar

INCOA S.A.

Instrumental de meteorología

Roca 1160 - Cipolletti - Río Negro

(0299) 4777292 - incoa@infovia.com.ar

LP S.R.L.

Fabricantes de materiales plásticos

Mendoza 750 (8332) Gral. Roca R.N. Tel: (02941) 433027

www.lpsrl.com.ar

MOÑO AZUL

Productora - Exportadora de frutas

Ruta 22 Km 1128 (8336) Villa Regina

mazul@mazul.com.ar - www.mazul.com.ar/

PAI

Productores Argentinos Integrados

Productores - Exportadores de frutas

J. D. Perón 185 (8332) General Roca - Tel. (02941) 430651 - Fax: (02941) 428422

paiargentina@ciudad.com.ar - www.pai-argentina.com/

EDUARDO PODLESH

Bubyland Espumoso - El espumante de las zonas frías
Chacra 341 - Mainqué - Río Negro - Telefax: (02941) 493005
bencar@yahoo.com.ar

PRIMERA COOPERATIVA

Cooperativa de productores de frutas
Rochdale s/n - cc 80 (8332) General Roca
Tel. (02941) 440022 - pricoop@neunet.com.ar

PROTEFRUT S.A.

Empresa de riego
Ruta 22 Km 1133 - (8336) Villa Regina - RN - Tel: +54 02941 464995/6
www.protefrutirriegos.com.ar - info@protefrutirriegos.com.ar

SANCOR SEGUROS

Empresa de seguros agropecuarios
Tucumán 873 (8332) General Roca - Tel. (02941) 434745 - 590
www.sancorseguros.com

SEEDMECH LATINOAMÉRICA S.R.L.

Empresa en sistemas para monitoreo de clima
Buenos Aires 642 (2000) Rosario Argentina
Telefax: ++54+341 4472954 y 4259475
seedmech@seedmech.com - www.seedmech.com

VITAL SERVICIOS

Empresa de riego
Neuquén 1320 - Gral Roca - R.N - Tel: (02941) 435835 / fax : 425246
J.J. Lastra 1400 Esq Ig. Rivas - Neuquén - Tel: (0299)15 50 70095
www.vitalservicios.com.ar - vitalservicios@speedy.com.ar

CAPÍTULO 1. LA FRUTICULTURA MODERNA Y SU RELACION CON LA ADVERSIDAD CLIMÁTICA

En la fruticultura moderna, en algunas especies, se utilizan portainjertos enanizantes para disponer de un monte frutal de alta densidad y de bajo porte. Estos árboles se caracterizan por tener precocidad en la entrada en producción, ciclos productivos cortos y alrededor de quince a veinte años de vida útil. Los frutos se encuentran a una altura que va desde los 0.70 m hasta los 2.5 a 3 m.

La reconversión productiva realizada en las últimas décadas tuvo una fuerte preferencia por los frutales de carozo; como los durazneros, pelones y ciruelos del tipo japonés.

En una noche de helada, el aire frío se deposita en las capas cercanas al suelo y la temperatura aumenta a medida que se asciende en altura. Esto hace que las flores y los frutos de estos árboles de bajo porte estén más expuestos al frío que en las plantas de los montes tradicionales y de mayor altura.

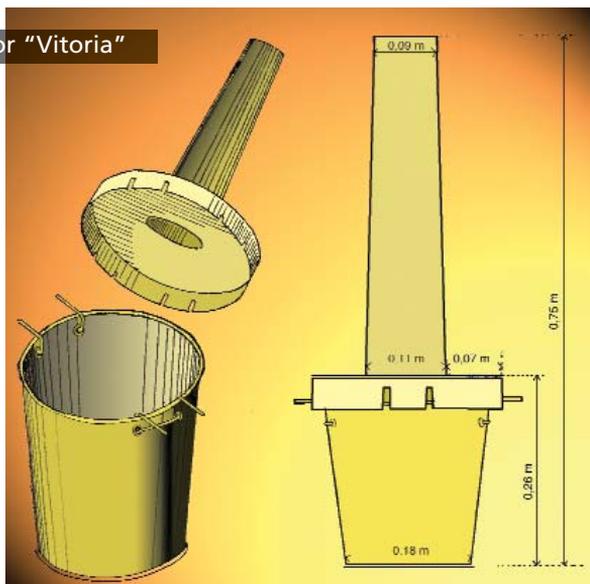
La precocidad de su entrada en producción, sumada a rápidos ingresos comerciales, en comparación con los frutales de pepita, es el argumento que prima al momento de elegir alternativas. Por ejemplo, se implantaron diferentes cultivares de ciruelos del tipo japonés, de floración muy temprana (a partir de mediados de agosto) con un alto riesgo de daño por frío.

Sin embargo, en la actualidad, tanto el productor como la empresa frutícola integrada necesitan disponer de la producción todos los años y con regularidad para lograr el mantenimiento de la oferta. Esto hace que sea imperioso defenderse de este flagelo climático.

1.1 Breve historia regional

El 7 de noviembre de 1933 se registró una helada de -2.8°C en la Estación Experimental de Cinco Saltos RN (Río Negro). Al año siguiente y como consecuencia de las pérdidas que había ocasionado este evento climático, la Experimental adquirió los primeros calefactores

Calefactor "Vitoria"



tores antiheladas que se utilizaron en esta región, de marca "Ingeniero Vitoria" ⁽¹⁾. El mismo año, la empresa Humberto Canale de General Roca, RN, se equipó con los mismos calefactores.

En esa época, el productor Jacob Uhler inventó y probó en Cinco Saltos los calefactores tipo "pelachancho" ⁽²⁾. Estos constaban de un medio tambor con capacidad para 100 l de agua, que se apoyaba en la otra mitad inferior de tambor que servía de estufa donde se quemaba leña frutal. El objetivo era producir calor y vapor de agua. Con la generación del vapor se buscaba aumentar la humedad ambiental para atenuar el descenso térmico y a la vez frenar la fuga de radiación de onda larga.



Caloventor "Heat Mobile"

En 1956, en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA, en Cinco Saltos, se ensayaron varios modelos de calefactores y se realizaron las primeras experiencias de control con el método de riego por aspersión ⁽³⁾.

En 1960 se ensayó el caloventor móvil "Heat Mobile", importado de Estados Unidos por Gas del Estado. Este aparato producía calor con la combustión de gas licuado, el aire caliente era impulsado al monte frutal por dos grandes ventiladores ⁽⁴⁾.

Posteriormente en la década de 1970, fue probada la máquina francesa "Lachassette", que producía una niebla artificial, pero no se logró un efecto de importancia en el control de las heladas.

En 1980, el Instituto de Investigaciones Aplicadas (INVAP), de San Carlos de Bariloche, desarrolló un prototipo de caloventor móvil que generaba calor con la combustión de gas propano. Para aumentar la humedad ambiental en el monte frutal se agregaba agua pulverizada al aire caliente y una turbina lo impulsaba hacia uno de los lados de la máquina, perpendicularmente a la dirección de avance del equipo.



Caloventor INVAP

1.2 Los grandes eventos de heladas en las últimas décadas

El 5 de octubre de 1970 se produjo una helada que alcanzó una temperatura mínima de $-3.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y duró seis horas, según registros del INTA de J. J. Gómez (RN). También causó daño a la producción de frutales en Cervantes y Chichinales en el Alto Valle y en Valle Medio. Las pérdidas de producción fueron del 80% en manzanos y del 60% en perales, equivalentes a 3.500.000 cajones exportables ⁽⁵⁾.

El 5 de octubre de 1972 se registró una temperatura mínima de $-4.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en J. J. Gómez, (RN) que afectó la producción de las provincias de Río Negro y Neuquén, con pérdidas promedio del 60% en perales y manzanos, equivalentes a 15 millones de cajones embalados ⁽⁶⁾.

Los días 7 de noviembre de 1979 y 8 de noviembre de 1980 se produjeron heladas advectivas (con viento) que provocaron daños en manzano, cuando los frutos tenían un diámetro de 4 cm. Este es el primer antecedente registrado, de ese tipo de daño, en la zona. ⁽⁷⁾

El 7 de octubre de 1985, se registró en el INTA en la localidad de Guerrico una helada de -4.5°C y de seis horas de duración que afectó al Alto Valle, Valle Medio y a las Colonias Conesa, Catriel y 25 de Mayo en La Pampa. Las pérdidas fueron del 55% en manzanos y perales, equivalentes a un volumen de 550.000 tn ⁽⁸⁾.

El 4 de noviembre de 1992, en la EEA Alto Valle del INTA se registró una helada de -3.2°C , con una duración de siete horas que afectó la totalidad del área de producción de las provincias de Río Negro y Neuquén, con pérdidas del 50% de manzanos, perales y también graves daños en los viñedos ⁽⁹⁾.

1.3 La investigación en defensa contra heladas a nivel internacional

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INRA), de Francia es una institución de vanguardia en la investigación sobre defensa contra heladas. En la región de Champagne, donde los viñedos tienen un alto valor y un elevado riesgo de daño por heladas primaverales, se han realizado importantes investigaciones sobre los métodos activos de defensa.

Asimismo, en la "Station des Fougères" en Suiza y en la "East Mailing Research Station" de Inglaterra se han realizado trabajos básicos de investigación en el tema de defensa contra heladas en frutales y vid.

En Estados Unidos, la investigación se basó desde sus inicios, en la década de 1950, en el estudio de los grandes ventiladores para remover el aire caliente, ubicado en altura, con el frío cercano al suelo, en noches de helada. Generalmente, se combinan los ventiladores con la calefacción.

La crisis petrolera mundial de los años setenta, provocó un aumento de los precios del petróleo y de los combustibles, forzando a la búsqueda de métodos de calefacción más eficientes para la defensa contra heladas. Así, en los Estados Unidos y en Europa se

desarrolló el sistema de calefacción con combustible líquido a presión. En Suiza y Francia se profundizaron, en esa misma época, los ensayos del riego por aspersión, y se redefinieron los equipos para aplicaciones de mayores volúmenes de agua, con menores distancias entre aspersores.

También, en esa década, se avanzó en un mayor conocimiento de la información microclimática y de los reales riesgos de daño por esta adversidad de los diferentes cultivares. Esto llevó en algunos casos a una reorientación de áreas de producción de frutales. Ejemplo de ello fue, en Francia, el desplazamiento del área de producción de frutales de pepita y una parte de los frutales de carozo desde el norte hacia el sudeste del país.

En las naciones densamente pobladas de Europa occidental, importantes productoras de frutales y vid, ha tomado creciente relevancia el fenómeno de la contaminación del aire por el uso de calefacción antiheladas. Esto llevó a la reglamentación de la utilización de este método de control.

1.4 La defensa a nivel regional

En las Tablas 1 y 2 es posible observar las superficies protegidas por los distintos métodos de defensa contra heladas, en las diferentes especies frutales. Estos se clasifican en aspersión, calefacción y otros métodos. Dentro de la categoría de "otros métodos" se encuentra la aplicación del riego por manto durante la helada. Los datos corresponden a los censos agrícolas de 1993 y 1994 de las provincias de Río Negro y Neuquén, respectivamente.

En la columna de los porcentajes de superficie cultivada, que dispone de defensa, se aprecia que es reducida la superficie protegida con métodos activos.

TABLA 1: DEFENSA ACTIVA CONTRA HELADAS. PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Defensa Activa Contra Heladas Provincia de Río Negro Superficie (has)							
Especie	Cultivada	En producción	Sin defensa	Aspersión	Calefacción	Otros métodos	% con defensa
Manzano	28.300	23.472	20.311	1.778	2.940	833	24
Peral	13.364	8.693	5.783	701	1.863	340	33
Ciruelo	1.192	684	543	50	61	25	20
Durazno	1.320	793	698	83	150	45	29
Nectarina	334	164	99	27	35	2	39

TABLA 2: DEFENSA ACTIVA CONTRA HELADAS. PROVINCIA DE NEUQUÉN

Defensa Activa Contra Heladas Provincia de Neuquén Superficie (has)						
Especie	Cultivada	Sin defensa	Aspersión	Calefacción	Otros métodos	% con defensa
Manzano	5.071	3.073	351	1.563	73	39
Peral	1.878	986	171	696	26	48
Ciruelo	236	98	17	116	5	59
Durazno	132	48	5	80		52
Nectarina	152	26	11	115		83

CAPÍTULO 2. EL “RIESGO DE DAÑO POR HELADAS PRIMAVERALES” EN FRUTALES

El cálculo del “riesgo de daño por heladas primaverales”⁽¹⁰⁾ en los cultivares de manzano, peral y duraznero de la región, se realizó analizando la información fenológica de una serie histórica de 29 años y de las temperaturas mínimas actinotérmicas de una serie climática del INTA Alto Valle. ⁽¹¹⁾

De la información fenológica mencionada, se optó por considerar el estado de plena floración (F2), por la importancia que tiene dentro de la secuencia de estados fenológicos.

Las temperaturas analizadas fueron las de resistencia al frío de cada especie en el estado F2.

TABLA N° 3: SENSIBILIDAD AL FRÍO DE LAS ESPECIES EN EL ESTADO DE PLENA FLORACIÓN F2

Especie	Temperatura de daño (°C)
Manzano	-2.0
Peral	-2.5
Duraznero	-3.0

Para cada cultivar, el período con “peligro de daño por heladas primaverales” está delimitado por las fechas extremas en que se registró plena floración (F2) en la serie fenológica. Éste fue dividido en subperíodos semanales, en los cuales se calcularon las probabilidades de ocurrencia de la F2 (plena flor) y de la temperatura de daño para este estado.

Probabilidad de F2:	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de F2 en el subperíodo}}{\text{N}^\circ \text{ de años de la serie fenológica}}$
Probabilidad de T °C de daño	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de años con T}^\circ\text{C de daño o inferior a esta temperatura}}{\text{N}^\circ \text{ de años de serie climática}}$

El riesgo de daño de cada subperíodo se obtiene combinando las probabilidades de ocurrencia del estado de plena floración y de la temperatura de daño.

La sumatoria de los riesgos de daño de los subperíodos, es el riesgo de daño por heladas primaverales de cada cultivar.

2.1. Manzanos

TABLA N° 4: RIESGO DE DAÑO POR HELADAS PRIMAVERALES EN MANZANO

Red Delicious (%)				
Subperíodo	20 set-26 set	26 set-03 oct	04 oct-10 oct	11 oct-17 oct
F2	$\frac{10}{29} = 34.5$	$\frac{13}{29} = 44.8$	$\frac{4}{29} = 13.8$	$\frac{2}{29} = 6.9$
-2 °C o inferior	$\frac{17}{18} = 94.0$	$\frac{9}{18} = 50.0$	$\frac{8}{18} = 44.4$	0
Riesgo de daño	32.4	22.4	6.1	0
Riesgo total	60.9 (%)			

En este cultivar, el período con peligro de daño por heladas primaverales se extiende desde el 20 de septiembre hasta el 17 de octubre, fechas extremas de plena floración registradas en la serie fenológica.

Se definieron cuatro subperíodos: el primero, desde el 20 al 26 de septiembre; el segundo, entre el 27 de septiembre y el 3 de octubre; el tercero, desde el 4 al 10 de octubre y el cuarto, desde el 11 al 17 de octubre.

Para el primer subperíodo, la probabilidad de F2 es 10/29: 34.5% y la probabilidad de la T°C es 17/18: 94%. El riesgo de daño surge de multiplicar ambas probabilidades, resultando un 32.4%. El mismo cálculo se realiza para los otros tres subperíodos. El riesgo total es la suma de los riesgos de los cuatro subperíodos, resultando un 60.9%; lo que significa que en seis de cada diez años, se deberían producir pérdidas por heladas en este cultivar.

Si la floración se produce en la fecha normal, en la semana del 27/9 al 3/10; el riesgo calculado para ese subperíodo es del 22.4%, lo que significa una probabilidad de daño en dos, de cada diez años.

Un adelanto de la floración, a la semana del 20 al 26/9 significa

un riesgo algo superior, del 32.4%, y si la floración se atrasara hacia el subperíodo 4 al 10/10 la probabilidad de daño se reduciría significativamente a un 6.1%.

TABLA N° 5: RIESGO DE DAÑO cv. GRANNY SMITH (%)

Granny Smith (%)			
Subperíodo	17 set-23 set	24 set-30 set	01 oct-07 oct
F2	$\frac{6}{29} = 20.7$	$\frac{17}{29} = 58.6$	$\frac{6}{29} = 20.7$
-2 °C	$\frac{13}{18} = 72.2$	$\frac{14}{18} = 77.8$	$\frac{9}{18} = 50.0$
Riesgo de daño	14.9	45.6	10.3
Riesgo total	70.8 (%)		

Como se observa en la Tabla N° 5, se definieron tres subperíodos. En la fecha normal de floración (segundo subperíodo) el riesgo de daño es del 45.6%, muy superior al calculado para el cultivar Red Delicious en la fecha normal de su plena floración. En tanto, el riesgo total es del 70.8 %.

TABLA N° 6: RIESGO DE DAÑO cv. ROME BEAUTY (%)

Rome Beauty (%)				
Subperíodo	23 set-03 oct	04 oct-10 oct	11 oct-17 oct	18 oct-25 oct
F2	$\frac{4}{17} = 23.5$	$\frac{9}{17} = 52.9$	$\frac{2}{17} = 11.8$	$\frac{2}{17} = 11.8$
-2 °C	$\frac{9}{18} = 50.0$	$\frac{8}{18} = 44.4$	0	0
Riesgo de daño	11.7	23.5	0	0
Riesgo total	35.2 (%)			

Si bien el cv. Rome Beauty dejó de plantarse en la zona, este ejemplo muestra la importancia que tiene la floración atrasada, con fecha media de plena flor el 10/10; en el riesgo de daño por heladas. La diferencia de riesgo de daño de este cultivar, comparada con los cultivares Red Delicious y Granny Smith es muy significativa: el 35.2% contra 60.9% y 70.8%, respectivamente.

2.2. Perales

TABLA Nº 7: RIESGO DE DAÑO POR HELADAS PRIMAVERALES EN PERALES cv. BEURRE D' ANJOU (%)

Burre D'Anjou (%)			
Subperiodo	13 set-19 set	20 set-26 set	27 set-30 oct
F2	$\frac{12}{29} = 41.3$	$\frac{13}{29} = 44.8$	$\frac{2}{29} = 6.9$
-2.5 °C	$\frac{18}{18} = 100$	$\frac{13}{18} = 72.2$	$\frac{6}{18} = 33.3$
Riesgo de daño	41.3	32.3	2.3
Riesgo total	75.9 (%)		

TABLA Nº 8: RIESGO DE DAÑO Cv. WILLIAMS BON CHRETIEN (%)

William's Bon Chretien (%)				
Subperiodo	16 set-22 set	23 set-29 set	30 set-6 oct	7 oct-15 oct
F2	$\frac{7}{29} = 24.1$	$\frac{14}{29} = 48.3$	$\frac{5}{29} = 17.2$	$\frac{2}{29} = 6.9$
-2.5 °C	$\frac{9}{18} = 50.0$	$\frac{13}{18} = 72.2$	$\frac{5}{18} = 27.8$	$\frac{1}{18} = 5.6$
Riesgo de daño	12.0	34.9	4.8	0.4
Riesgo total	52.1 (%)			

Resulta significativa la diferencia de riesgo de daño entre los cultivos D'Anjou con 75.9% y Williams con 52.1%, a pesar de tener una escasa diferencia de cinco días en las fechas medias de plena floración.

2.3. Durazneros

TABLA N° 9: RIESGO DE DAÑO POR HELADAS PRIMAVERALES EN DURAZNERO cv. PAVIA AMARILLO DE MARZO (%)

Pavia Amarillo de Marzo (%)	
	05 set–12 set
	<u>9</u>
F2	10 90
-3.0 °C	<u>18</u> 100
	18
Riesgo total	90.0 (%)

En duraznero, la gran concentración de las fechas de plena floración en la serie de años y la alta probabilidad de ocurrencia de la temperatura de daño, hacen que el riesgo total de daño por heladas sea muy elevado.

2.4. Conclusiones

Los riesgos de daño por heladas primaverales, calculados para los principales cultivares frutícolas de la región, se consideran elevados. Cabe aclarar que en este estudio no se cuantificaron las pérdidas por calidad a los frutos que también producen las heladas.

En la realidad, existen algunos factores que atenúan o disminuyen este riesgo calculado, haciendo que las reducciones reales de producción sean de menor importancia. El primero, es el hecho que en frutales, se logra una producción normal con un reducido porcentaje de flores cuajadas (del 5% al 7%). Además, en los árboles es posible observar, simultáneamente, una graduación de estados fenológicos con distintas sensibilidades al frío. Esto hace que, producida una determinada temperatura mínima, pueden resultar afectados algunos estados fenológicos y otros no.

Temperaturas mínimas - IA

Comite M. Guerrico (*) - Río Negro

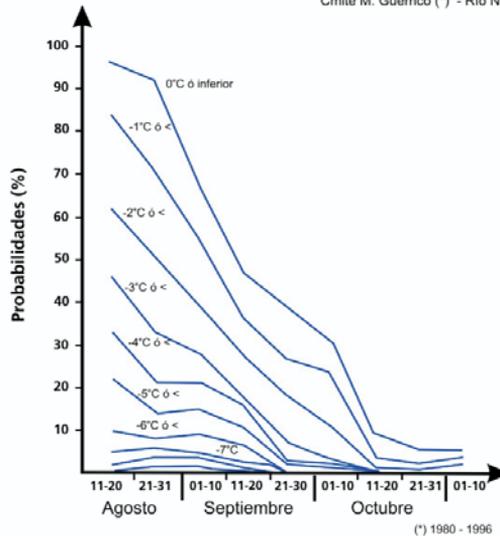


Gráfico N° 1 - FRECUENCIA ACUMULADA DE TEMPERATURAS MÍNIMAS EN PRIMAVERA

En el Gráfico N° 1 se observa la frecuencia acumulada de temperaturas mínimas actinotérmicas registradas a una altura de 1.5 m en el período comprendido entre el 10 de agosto y el 10 de noviembre de la serie 1980-96.

Es posible emplear el gráfico para conocer las probabilidades de ocurrencia de daños en un cultivar, entrando en abscisas con una fecha determinada y buscando la intersección con la temperatura de resistencia al frío del cultivar. En el corte de este punto, con las ordenadas, se arriba a un valor de probabilidad de daño. Por ejemplo, para el 1 de septiembre y para una temperatura de -4 °C ó inferior, la probabilidad de daño es del 20%. Para la misma fecha y una temperatura de -1 °C ó inferior, la probabilidad de daño es del 60%.

CAPÍTULO 3. EL MICROAMBIENTE VEGETAL

La radiación solar es la primera fuente de calor contenida en los cuerpos ubicados sobre la superficie terrestre. En tanto que la primera causa de enfriamiento es la dispersión del calor por radiación hacia el espacio.

Los intercambios energéticos se producen durante el día y en noches calmas, en el comienzo de la actividad vegetativa. Ambos casos son de fundamental importancia.

Durante el día, la **radiación solar directa** atraviesa el primer estrato de la atmósfera. En una pequeña parte se refleja en componentes como el polvo atmosférico y el vapor de agua, como **radiación solar difusa**. Otra parte de energía es absorbida por estos componentes que se calientan y la emiten, como **radiación atmosférica**. Continuando su trayectoria, la energía encuentra más obstáculos que la absorben y parte de ésta es reenviada como **radiación terrestre** (radiación suplementaria).

Estos cuatro tipos de energía llegan al microambiente vegetal. Algunos son reflejados, otros transformados y otros absorbidos como calor.

La superficie del suelo se calienta y el calor se transmite por conducción a las capas inferiores y por convección a los estratos de aire superiores.

El porcentaje de energía que se usa para la fotosíntesis es escaso. En las plantas, la linfa descendente lleva calor al suelo frío. La evaporación del suelo y la transpiración de las plantas extraen calor del sustrato.

El balance energético vegetativo en las horas centrales de un día sereno es positivo. La máxima temperatura se alcanza a nivel del suelo, en las primeras horas de la tarde.

Durante una noche fría, límpida y calma, el aporte de radiación solar directa y difusa es nulo. La energía que entra en juego, es la acumulada durante el día en el terreno, en la vegetación y en la atmósfera.

La primera causa del intercambio energético en el ambiente vegetal es la radiación terrestre de toda la superficie sólida (vegetación y suelo) que se dirige al espacio. Este fenómeno provoca que se enfríe primero la superficie, posteriormente las plantas y el aire que está en contacto con éstas, y luego, lentamente, por su gran capacidad térmica, el suelo.

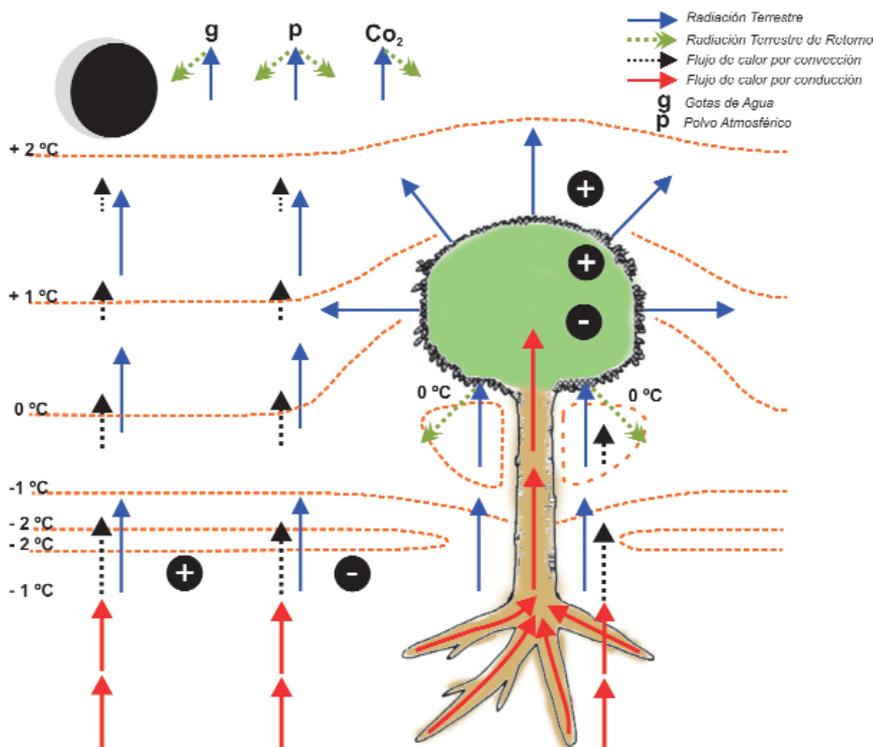


Gráfico N° 2 - ESQUEMA DEL BALANCE ENERGÉTICO DURANTE UNA NOCHE DE HELADA

El calor irradiado se dispersa rápido hacia el espacio, mientras que el calor transmitido por convección-conducción mantiene el micro ambiente templado. Si la atmósfera está turbida, algo de energía en forma de radiación atmosférica vuelve al microambiente.

Las plantas absorben energía de radiación terrestre y la reenvían hacia lo alto y hacia el suelo como energía de retorno, respiran de noche y aportan energía de este proceso. Además, cuando se produce el rocío con el posterior congelamiento y la formación de hielo sobre las plantas, se genera una energía positiva no despreciable.

La temperatura del aire aumenta a medida que se asciende en la atmósfera hasta un cierto nivel, para luego decrecer nuevamente. Este es el fenómeno de inversión térmica. El punto de inflexión en el que esta comienza a descender es el llamado "techo de inversión".

El origen del intercambio energético es la radiación terrestre de onda larga. Primero se enfría la superficie radiante (suelo - plantas) y posteriormente el aire que la rodea, por convección.

3.1 Principios básicos para la formación de heladas

Los cuerpos emiten radiación, con una composición espectral y una intensidad que es función de sus temperaturas. El suelo pierde constantemente calor, mediante radiación infrarroja de onda larga. Hasta el mediodía, el balance energético es positivo y la temperatura de los cuerpos aumenta, hacia el atardecer y de noche, este se torna negativo y desciende la temperatura de los cuerpos. Los intercambios térmicos se producen a nivel de la superficie del suelo.

FÓRMULA:

DE DÍA $R_n = R_a + R_s - R_t > 0$

DE NOCHE $R_n = R_t - R_a < 0$

R_n: radiación neta

R_a: radiación atmosférica

R_s: radiación solar

R_t: radiación terrestre

3.2 Tipos de helada

A) Heladas de radiación ó heladas radiativas: son las más frecuentes en la región y las únicas que se pueden combatir con métodos activos de defensa. El cielo despejado, el aire en calma y la baja humedad atmosférica caracterizan a este tipo de heladas.

A partir de la puesta del sol, los cuerpos sólidos, como los árboles, las casas y el suelo no reciben más energía solar directa y comienzan a enfriarse, perdiendo calor mediante la emisión de energía infrarroja. El aire se enfría al tomar contacto con el suelo, con las plantas y con otros cuerpos, aumenta de peso al adquirir mayor densidad y se deposita en las capas próximas al suelo.

En la noche, la temperatura de las yemas de las flores, los frutos y del árbol en general, es inferior a la del aire que los rodea. La temperatura del aire aumenta hasta el llamado "techo de inversión", a partir del que comienza a descender cuanto mayor altura se alcance.

B) Heladas advectivas: se producen cuando las temperaturas llegan bajo cero °C, con el acompañamiento de brisas regulares a fuertes. Este movimiento de aire alcanza velocidades del orden de 1 a 2 m/seg. (3.6 a 7.2 km/h) medida a la altura de los árboles. Las heladas de este tipo que con mayor relevancia se produjeron en la región fueron las del 7 y 8 de noviembre de 1979 y 1980. Algunas heladas del tipo radiativas pueden, en determinado momento de la noche, transformarse en advectivas.

C) Heladas evaporativas: se producen cuando se evapora el agua que está sobre la superficie de los órganos vegetales, produciendo un marcado descenso térmico con temperaturas por debajo de los 0 °C y consecuentemente daños por frío en los tejidos. La energía necesaria para provocar la evaporación del agua es de 600 cal./g, que es tomada o extraída del vegetal que sufre un rápido enfriamiento.

Normalmente, es al amanecer cuando los rayos solares inciden sobre tejidos mojados o cubiertos de hielo, provocando este rápido fenómeno de enfriamiento evaporativo. Cuando lo que se evapora es hielo, se produce el fenómeno de “sublimación”, es decir el pasaje del estado de hielo al de vapor de agua. Para ello son necesarias 660 cal/gr. de energía, que son provistas también por el vegetal.

Otra clasificación de heladas, teniendo en cuenta la humedad atmosférica, es la que diferencia las heladas blancas, de las heladas negras.

Heladas blancas: Ocurren cuando la temperatura desciende de 0 °C con elevada humedad ambiental. Esto genera saturación del ambiente, 100% de humedad relativa y la formación de rocío sobre los vegetales. Este rocío indica que el agua sufrió un cambio de estado, al pasar de vapor en atmósfera a agua líquida, produciéndose así una liberación de calor de 600 cal/gr al medio ambiente. Dicho proceso de enfriamiento hace que el descenso térmico sea lento. La presencia de rocío sobre los vegetales se asocia con la producción de leves daños por frío.

Heladas negras: Están asociadas a daños graves. Son heladas producidas con baja humedad ambiental, en las que se llega recién al estado de saturación, en temperaturas muy por debajo del 0°C. El punto de rocío es bajo y no hay formación de rocío sobre el vegetal.

En el monte frutal, se puede observar durante la noche, la formación de rocío o de gotas congeladas en la vegetación baja, sobre las malezas; no así sobre las hojas de los árboles frutales a mayor altura. Esto se debe a que la humedad ambiental es más elevada a nivel de suelo y luego disminuye con la altura. Lo inverso sucede con la temperatura que aumenta con la altura dentro del monte frutal.

3.3 El vapor de agua

Es de suma importancia el papel que juega el vapor de agua en el descenso térmico nocturno, en el tipo de helada y en su duración. Cuando se produce el enfriamiento y se forma rocío, indica que en el cambio de estado del agua ha habido una importante liberación de calor al medio (600 kcal/l), fenómeno que atenúa el proceso de enfriamiento.

Por otra parte, el vapor de agua absorbe energía de onda larga emitida por las plantas y los otros cuerpos del ambiente. En el Gráfico N° 3 se puede observar que la mayor absorción de energía se produce en los seis micrones de longitud de onda y en menor medida en los 10 - 12 micrones, sector de la ventana atmosférica.

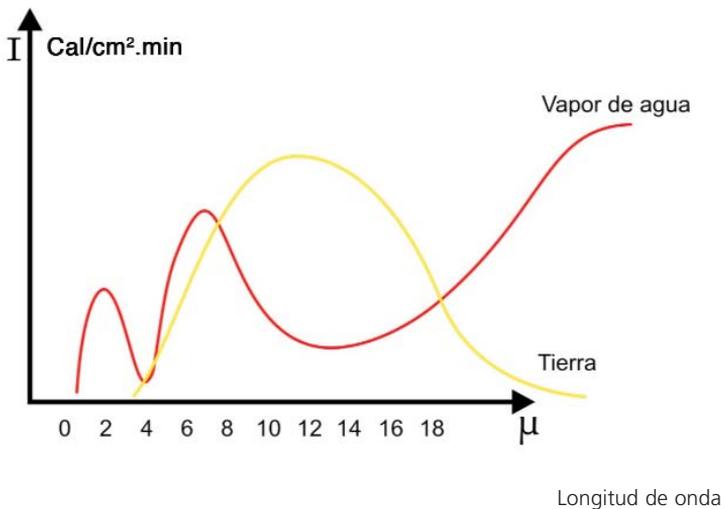


GRÁFICO N° 3 - ABSORCIÓN DE ENERGÍA DEL VAPOR DE AGUA

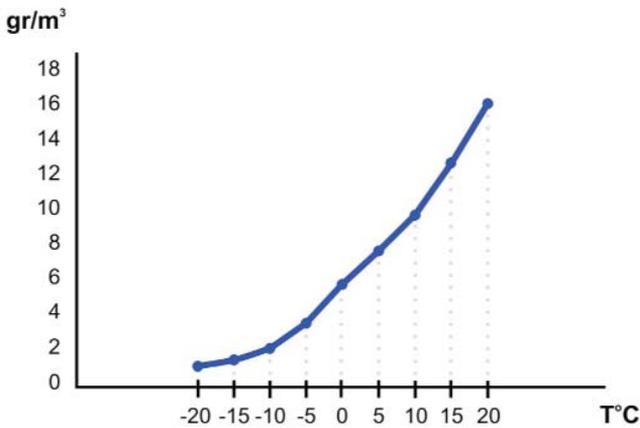


GRÁFICO Nº 4 - SATURACIÓN DEL VAPOR DE AGUA

En este gráfico se observa el contenido máximo de vapor de agua del atmósfera para cada temperatura. Para 0 °C es de 4.83 gr/m³.

3.4. El punto de rocío

Es la temperatura en la cual el vapor de agua contenido en una masa de aire se condensa. Esto generalmente sucede por disminución de la temperatura.

En las horas previas a la helada, el punto de rocío es un dato de utilidad dado que permite conocer a qué temperatura se producirá la saturación de la masa de aire. Valores bajos indicarían que la humedad relativa (HR) es baja y que el descenso térmico será importante. Por el contrario, puntos de rocío cercanos a 0 °C indicarían alta humedad ambiental, formación de rocío, descensos térmicos lentos y mínimas no muy extremas.

CAPÍTULO 4. LA TEMPERATURA DEL ÍNDICE ACTINOTÉRMICO (IA)

Es la temperatura medida, en un termómetro de mínima, expuesto a todo tipo de radiación, ubicado horizontalmente y al aire libre ⁽¹²⁾. El método más preciso para conocer la temperatura del vegetal es hacer la medición con termocuplas de cobre-constantán que se insertan en los órganos, como las flores o frutos y se conectan por cable a un registrador. Sin embargo, es un método poco práctico para utilizar en las chacras.

Las temperaturas medidas con IA, son similares a las de un órgano vegetal próximo ⁽¹³⁾. La lectura de la temperatura en IA se realiza con termómetros de mínima o también con termoresistencias de platino (Pt) como sensores, con registro electrónico de datos. Es recomendable que los sensores tengan una superficie expuesta similar al bulbo de alcohol del termómetro de mínima. La altura de ubicación de los sensores dependerá de la altura de las plantas y de los órganos que interese evaluar.

Por otra parte, las temperaturas medidas en la casilla meteorológica o en abrigo, son las del del aire y no reflejan las de los vegetales próximos. El aire es atérmico, es decir que sufre calentamiento o enfriamiento al tomar contacto con los cuerpos, como las plantas, el suelo, etc. Durante la noche, al producirse el enfriamiento, la temperatura del aire que rodea a las plantas es superior a las mismas.

4.1 Instrumental meteorológico de medición

En el termómetro de mínima, el elemento sensible es el alcohol. Se emplea por su buen comportamiento y respuesta con temperaturas bajo 0 °C. Inmerso en el alcohol hay un cursor en forma de "T" que es arrastrado por el líquido, al descender la temperatura.

Éste indicará la temperatura mínima registrada durante la helada.

En el mercado nacional existen **dos tipos de termómetros de mínima:**

- a) El modelo más usado tiene el **bulbo en forma de "U"** y con la escala de temperaturas en el interior del vidrio protector.
- b) Otro modelo tiene **bulbo único** y la escala de temperatura está marcada sobre la superficie del vidrio.

Se recomienda utilizar una escala con resolución mínima de 0.2 °C. El observador, al realizar la lectura, debe apreciar la décima de grado (°C).

El termómetro de mínima se instala apoyado en un soporte, en forma horizontal, en dirección este-oeste geográfico. La instalación es a la altura de las primeras ramas fructíferas del cultivo que se protegerán de las heladas. En general, por norma de instalación del instrumental se ubica a 1.5 m de altura (Ver fotografía N° 1).

Después de la lectura diaria de la temperatura mínima, se debe retirar el termómetro del campo ya que la radiación solar produce la evaporación del alcohol y errores en las lecturas. Este alcohol luego se condensa en gotitas en el extremo de la cámara de aire. Para unir éstas gotas con el alcohol de la columna deberán efectuarse golpes bruscos empuñando el termómetro desde la base. También es posible lograr ese efecto calentando lentamente el bulbo del termómetro en agua caliente.

Para el uso en defensa contra heladas, el error máximo admitido es de 0.2 °C. A los termómetros nuevos, el Servicio Meteorológico Nacional realiza un control de calidad donde se indica el nivel del error.

Una vez al año, previo al período primaveral, es necesario realizar un control del error de los termómetros. Para esto se puede emplear el método del "hielo fundente", que consiste en moler cubitos de hielo hechos con agua destilada y dentro de un trapo limpio. Luego



Fotografía 1 - Vista de la instalación de un termómetro de mínima en un monte de duraznero en floración

se pasan a un termo de boca ancha y se agrega agua destilada para lograr una mezcla de agua-hielo que garantice una temperatura de 0 °C. Se introducen los bulbos de los termómetros en el termo y se realizan una serie de lecturas de la temperatura en cada instrumento. El error observado, se indicará en una tela blanca engomada en el extremo de cada termómetro, valor que deberá sumarse o restarse a cada lectura.

Este método de chequeo también es válido para el control de otros sensores, como el de las termorresistencias de platino.

4.2 La Estación Agrometeorológica

La información agrometeorológica proporcionada por las Estaciones Agrometeorológicas instaladas en las diferentes áreas de producción es básica para obtener un conocimiento acabado del fenómeno de heladas y sirve de referencia para los productores que están en el área de influencia.

El instrumental necesario para obtener información válida para el pronóstico y el control de heladas es:

En la Casilla tipo B :

1 termohigrógrafo con faja diaria.

1 psicrómetro (termómetro seco y húmedo)

En el campo de observación:

1 mástil termométrico con dos termómetros de mínima (IA) a 0.50 m y a 1.5 m de altura.

1 anemógrafo (dirección y velocidad de viento) a 2 m de altura.

4.3 Estudio microclimático del monte frutal

En los montes frutales es necesario realizar un estudio del microclima para la determinación de las zonas o lugares fríos. Para esto, tomando como ejemplo un cuadro frutal de alrededor de 2 ha. (100m de ancho x 200m de largo), se instalan tres termómetros de mínima IA a 1.5 m de altura: uno de ellos en medio del cuadro y los otros dos, en los extremos de una diagonal.

Durante la época primaveral se registran las temperaturas mínimas diarias, durante al menos diez noches en condiciones de enfriamiento (temperaturas cercanas a 0 °C, cielo despejado, sin viento). Analizando los datos, surge sistemáticamente un sitio más frío que el resto. El mismo esquema se realiza en la segunda diagonal del mismo cuadro, detectándose del análisis de datos; un segundo sitio frío. Cotejando ambos lugares, quedará definido el lugar más frío del cuadro.

En la época de defensa de heladas, los datos que se toman para una alarma o aviso son normalmente de un termómetro cercano a la casa u oficina. Se deberán tener en cuenta las diferencias de temperatura entre éste lugar de alarma con el lugar más frío detectado en el estudio microclimático.

Ciclo de datos de ADCON

- Adquisición de datos (sensores)
- Transmisión inalámbrica (Radio, GSM)
- Procesamiento de datos (receptor)
- Distribución (Internet, teléfono, WAP)
- Visualización (software)



ASEAGRO S.R.L. Rivadavia 694 - Río Cuarto - Córdoba - Argentina
TEL/FAX: (0358) 4700505
<http://www.aseagro.com.ar> - info@aseagro.com.ar

PARA MAS INFORMACION LLAME AL DISTRIBUIDOR ARGENTINO O VISITE SU SITIO WEB
www.aseagro.com.ar

ADCON
TELEMETRY

Comunicate con tus cosechas en forma inalámbrica

Soluciones integradas para el manejo del riesgo en la agricultura



ASEAGRO ADCON
SMART WIRELESS SOLUTIONS TELEMETRY

Localice datos agronómicos - en cualquier momento, en cualquier lugar

Control de enfermedades - Advertencia de heladas - Manejo de riego

QUE PROVEEMOS

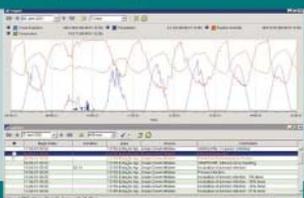
- Información en tiempo real por radio
- Monitoreo de la humedad del suelo
- Programación del riego agrícola
- Transferencia confiable inalámbrica
- Software avanzado de consulta
- Módulos de enfermedades
- Recomendaciones de tratamiento
- Cálculo de ET
- Unidades de calor
- Advertencia de heladas con alarmas

BENEFICIOS

- Conseguir información importante en cualquier momento, en posiciones remotas
- Regar solamente cuando es realmente necesario (ahorrar hasta el 20% de agua)
- Incrementar la producción y la calidad
- Ahorrar energía, tiempo y dinero
- Aumentar beneficios

TECNOLOGIA

- Disponibilidad en grandes redes
- Backups de datos locales
- Operación accionada en forma solar
- Consumo de energía extremadamente bajo
- Sin necesidad de gran mantenimiento
- Dispositivos de poco tamaño



Manejo del riesgo agrícola

¿Por qué radio? ¿Por qué no dataloggers estándares?
Porque no necesitan los datos en el campo, los necesitan en su escritorio. Convierte la información preparada de enfermedades, advertencia de heladas, en tiempo real se crucial para el cultivo. La telemetría de Adcon proporciona monitor de enfermedades para una gran variedad de cultivos. Soporta interpretación de datos de riesgo de enfermedades, cálculo de unidades de calor, reportes de riego y humedad del suelo, entre otros.

Redes inalámbricas de medición

Diversos RTUs (Dispositivos de Transmisión de Radio) y sensores espaciales y transmiten simultáneamente información tal como temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección del viento, humedad de la hoja, radiación solar, humedad del suelo, temperatura del suelo y pH del suelo.

La tecnología de radio permite una disposición en grandes redes de medida que pueden incluir hasta 200 puntos de medición con un solo control de procesamiento.

El sistema permite reportar en forma automática la red y recibir cada variable cada 15 minutos en la oficina, alarmado, se tiempo y dinero.

El software ADVANTAGE da recomendaciones de cuando y donde regar, optimizando de esta manera la producción.

ASEAGRO SMART WIRELESS SOLUTIONS



Una tradición que perdura de generación en generación.



Tucumán 117 Piso 8° (C1049AAC) Buenos Aires, Argentina Teléfono: (54.11) 4131.6600 Fax: (54.11) 4131.6600 mazul@mazul.com.ar

4.4 El instrumental electrónico

En este tipo de instrumental, un elemento de suma importancia es el tipo de sensor a utilizar. Se trata de imitar, en la superficie expuesta, a los sensores del instrumental manual, como por ejemplo la "U" en los termómetros de mínima. Deben tener una masa o volumen similar al órgano vegetal (yema - flor - fruto chico).

La termorresistencia de platino es un sensor adecuado para este uso, por su buen comportamiento en temperaturas bajo 0 °C. Se la protege con algún otro material, como vidrio o porcelana.

Los termómetros digitales, de lectura directa en visor, son muy prácticos, especialmente cuando se deben chequear muchos lugares en poco tiempo. Su desventaja reside en que sus sensores son pequeños, del tamaño de un clavo mediano, generando inconvenientes para la medición.

Un instrumento que resulta de interés por su practicidad en la chacra, es el par de termómetros digitales; uno seco y el otro húmedo (Psicrómetros). Estos se conectan por cable al registrador que se ubica en la casa u oficina. El registro de datos puede realizarse en la computadora y también se puede observar los datos directamente en el visor o *display*.

Las mini estaciones meteorológicas que tienen sensores de temperatura, de termómetro seco y húmedo, de humedad ambiental y eventualmente de viento, proporcionan información mas completa que los termómetros mencionados anteriormente.



Fotografía 2
Termorresistencia de Pt



Fotografía 3 - Velas de hielo - Riego por aspersión

CAPÍTULO 5. RESISTENCIA DE LOS ÓRGANOS VEGETALES AL FRÍO

Para la realización de una racional y eficiente defensa contra heladas primaverales, es necesario tener un buen conocimiento de las temperaturas de resistencia al frío de los cultivares durante todo el desarrollo fenológico primaveral; también conocer los factores que influyen en la variación de la resistencia al frío.

Las “temperaturas críticas de daño”, que son conocidas y utilizadas en la defensa, fueron obtenidas en su mayoría en trabajos de laboratorio.

5.1 Tablas de resistencia al frío

En las Tablas de Resistencia al Frío del N° 1 al 6 se puede observar que la sensibilidad al frío aumenta a medida que avanza el desarrollo fenológico en primavera. Esta sensibilidad tiene relación directa con el contenido de agua de los tejidos en los órganos del vegetal, dado que el agua aumenta con la evolución del desarrollo vegetativo.

Tabla 1





E₄



F₁



F₂



I

Método de Fleckinger

A: Ojiva marrón - yema invernral

B: Yema hinchada

C: Yema bicoloreada

D: Aparición del corimbo floral

E: Pétalos visibles (puntas rojas)

F₁: Comienzo de floración (1 a 2 flores abiertas)

F₂: Plena floración (70 % de flores abiertas)

G: Caída de pétalos

H: Cuaje

I: Fruto chico (diámetro del fruto mas avanzado)

Tabla 2

**B₃****C₃****D₂****E₃****E₄****F₁**



F₂



G₂



H



I

Método de Fleckinger

A: Ojiva marrón (yema invernal)
 B: Yema hinchada
 C: Yema bicolorada
 D: Aparición del corimbo floral
 E: Pétalos visibles (puntas blancas)
 F1: Comienzo de floración (1 a 3 flores abiertas)

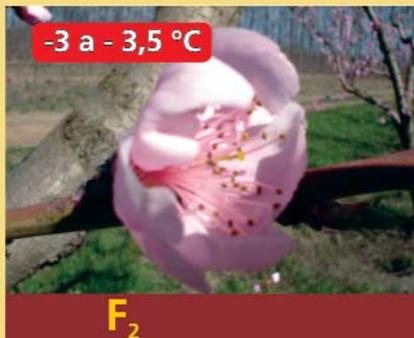
F2: Plena floración (70 % de flores abiertas)
 G: Caída de pétalos
 H: Cuaje
 I: Fruto chico (diámetro del fruto mas avanzado)

Tabla 3

**B****C₃****C₄****D₁****D₃**

STENCIA AL FRÍO

Duraznero



Método de Bagiolini

- A: Yema de invierno
- B: Yema hinchada
- C: Cáliz visible
- D: Corola visible
- E: Estambres visibles
- F: Flor abierta
- G: Caída de pétalos

Tabla 4

**B₂****B₃****B₄****C****D₄**

STENCIA AL FRÍO

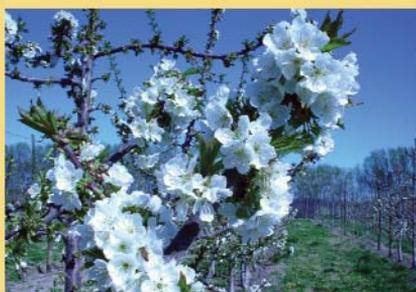
Cerezo



E₄



F₁



F₂

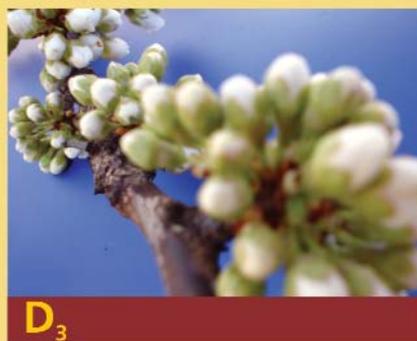
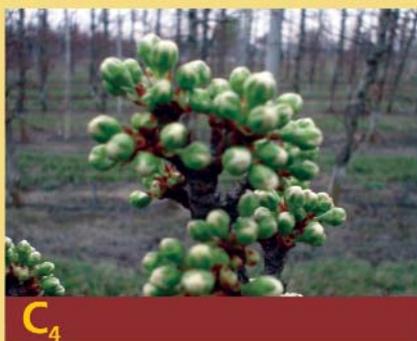


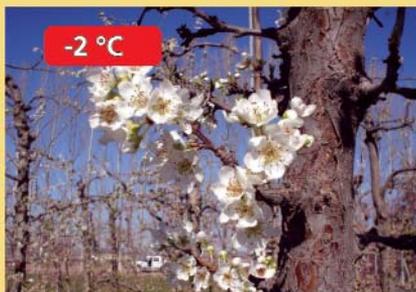
I

Método de Bagiolini

- A: Yema de invierno
- B: Yema hinchada
- C: Cáliz visible
- D: Corola visible
- E: Estambres visibles
- F: Flor abierta
- G: Caída de pétalos
- H: Fruto cuajado
- I: Fruto chico

Tabla 5





F₁



F₂



F₃



F₄

Método de Bagiolini

- A: Yema de invierno
- B: Yema hinchada
- C: Cáliz visible
- D: Corola visible
- E: Estambres visibles
- F: Flor abierta
- G: Caída de pétalos
- H: Fruto cuajado
- I: Fruto chico
- J: Fruto desarrollado

Tabla 6



Método de Bagiolini

- A: Yema invernal
- B: Yema algodón
- C: Puntas verdes
- D: Salida hojas
- E: Hojas separadas
- F: Racimos visibles
- G: Racimos separados
- H: Botón floral separado
- I: Floración
- J: Cuaje

STENCIA AL FRÍO

Vid



D



E



F



-1,5°C a -2°C

H



M

La resistencia para el mismo estado fenológico, de diferentes especies, demuestra que el duraznero es el más resistente, siguiendo el peral y después el manzano.

5.2 Factores de importancia en la resistencia

La velocidad del enfriamiento: cuando se produce un descenso térmico lento, con las caídas de temperatura en el orden de 0.5 °C a 1 °C por hora y cuando la temperatura llega a estar bajo 0 °C, en los tejidos vegetales, se inicia la formación de hielo en los espacios intercelulares, luego se produce una difusión de agua desde la célula a estos espacios a través de la membrana celular por ósmosis. En la célula se produce una concentración del jugo celular y consecuentemente un descenso del punto de congelamiento, con un aumento de su resistencia al frío. Éste proceso continuo, en el tejido, reduce la posibilidad de daño.

Cuando el descenso térmico es brusco, con bajadas de temperatura de 2 °C por hora o más pronunciadas, se produce un congelamiento masivo del tejido vegetal. Generalmente, los tejidos y los órganos del árbol sufren daños de importancia e irreversibles.

Las condiciones del tiempo: cuando los días previos a una helada son soleados, con altas temperaturas y sin viento y que son favorables las condiciones para estimular el crecimiento de las plantas, aumenta el tenor de agua en los tejidos y la sensibilidad al daño por frío. Si por el contrario, los días previos al fenómeno son de tiempo frío, el crecimiento vegetativo será escaso y permitirá una mejor adaptación de los tejidos a las condiciones ambientales.

En la región del Alto Valle del río Negro, las típicas heladas primaverales están precedidas por uno o más días de viento frío y seco (con baja humedad), proveniente del sector suroeste. Al atardecer o durante la noche se reduce la velocidad del viento y con el arribo de la calma se inicia un enfriamiento rápido, de varios grados por hora, de descenso térmico.

El estado nutricional del árbol: es comprobada la importancia del potasio y del fósforo (P) en los tejidos, para aumentar la resistencia al frío. El ion Potasio (K) produce un descenso del punto de congelamiento en el tejido. El Nitrógeno (N) suministrado al árbol a fin de temporada estimula en crecimiento y retarda el agostamiento de los tejidos haciéndolos más sensibles al daño por frío.

Las modificaciones metabólicas de la célula y de la pared celular se hacen a través de enzimas y catalizadores. La síntesis de éstos se produce gracias al Magnesio (Mg) y a los oligoelementos como el Boro (B), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn) y el Molibdeno (Mb).

El fenómeno de **“sobrefusión”**: se produce sobrefusión en el tejido vegetal, cuando la temperatura desciende por debajo del punto de congelamiento y no hay formación de hielo. El descenso térmico continúa hasta valores importantes por debajo de los 0 °C, pudiendo llegar a -5 °C o más grados, sin que se logre la formación de hielo, (véase Gráfico N° 5). Luego de transcurrido un tiempo de este proceso de enfriamiento, se desencadena rápidamente la formación de hielo con el consecuente aumento de la temperatura; debido a la liberación de “calor de fusión”.

En el gráfico es posible ver como la temperatura continúa descendiendo lentamente. La sobrefusión protege a las plantas del daño por frío. El fenómeno se produce y se estimula la formación cuando los descensos de la temperatura son lentos.

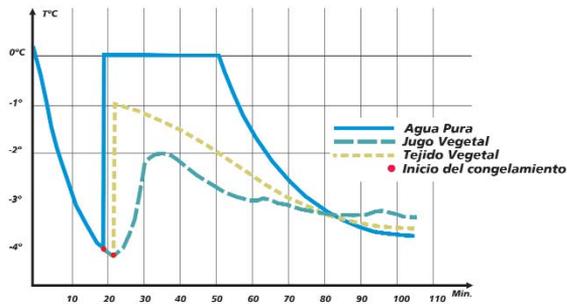


Gráfico N° 5 - Proceso de sobrefusión

5.3 Los mecanismos de la resistencia al frío

Cuando se produce el enfriamiento del árbol, el tejido vegetal pierde gradualmente el calor y se enfría hasta llegar a la temperatura de congelamiento. El hielo comienza a formarse en los espacios intercelulares del tejido, que están saturados de humedad que proviene de las células adyacentes que atraviesan la membrana de las células vecinas. Este agua, es a su vez sustituida por otra proveniente del interior del protoplasto, del citoplasto y del núcleo de la célula. Inmediatamente después del comienzo de la formación de hielo en el tejido, la temperatura se eleva por la producción del calor latente de congelamiento. Luego desciende en forma gradual, a medida que el calor producido por el flujo de agua que se congela no es suficiente para compensar el calor extraído por el enfriamiento. El punto de congelamiento del protoplasma baja en forma progresiva como consecuencia de la pérdida de agua y el aumento de la concentración de solutos en el citoplasma. Se protege de esta manera del congelamiento.

El protoplasma se separa de la membrana y se plasmoliza. Sólo si los tejidos alcanzan rápidamente temperaturas muy bajas o si el congelamiento es violento, se forma hielo dentro de la célula, alrededor del protoplasma contraído o dentro de éste. La temperatura del tejido continúa descendiendo hasta que alcanza el equilibrio energético con el ambiente.

La contracción de los tejidos depende de:

- la cantidad de agua que salió de las células, que es mayor cuanto más contenido de agua y más lento es el congelamiento.
- la temperatura mínima alcanzada en el tejido. Por lo general crece desde el exterior al interior. Normalmente la contracción es mayor en la superficie que en los estratos internos.

Con el calentamiento, los cristales de hielo se funden y el agua intercelular retorna a la célula, los protoplastos la reabsorben y vuelven a estar turgentes.

Los mecanismos del daño

- Durante el congelamiento y la plasmólisis;

- a) Existe una hipótesis de daño basada en que se produce por un trauma mecánico a la membrana o al protoplasto. El hielo formado en el interior de la célula actúa como abrasivo, o bien los plasmodesmos o filamentos laceran y rompen la membrana celular. Si se forma hielo dentro de la célula, se rompe la estructura coloidal.
- b) Otra hipótesis de daño es por la acción físico - química, cuando se desnaturalizan las proteínas del tonoplasto, que es la porción del protoplasma que está adherido a la membrana celular. Esto produce mayor permeabilidad y compromete el funcionamiento del metabolismo celular. A éste mecanismo de daño se le asigna gran importancia.

- Durante el deshielo y la desplasmólisis existen dos hipótesis:

- a) Daños mecánicos por laceración de los plasmodesmos. Esto produce una reabsorción rápida del agua en la membrana y una lenta absorción de agua del citoplasma.
- b) Trauma mecánico que es generado por diferencias de concentraciones en los estratos de tejido durante el congelamiento y el deshielo.

Esquema del enfriamiento

En el Gráfico N° 6 puede apreciarse cómo, al producirse el enfriamiento en el vegetal, es posible la formación de sobrefusión en el tejido. Si éste fenómeno es duradero, no se forma hielo y no se producirán daños en el tejido. Si la sobrefusión se interrumpe, comienza la formación de hielo dentro o fuera de las células. Si es externo a las células y el proceso de deshidratación es gradual, las células no registrarán daños. Por el contrario, si la deshidratación es seria, se producirán daños.

Daños por frío

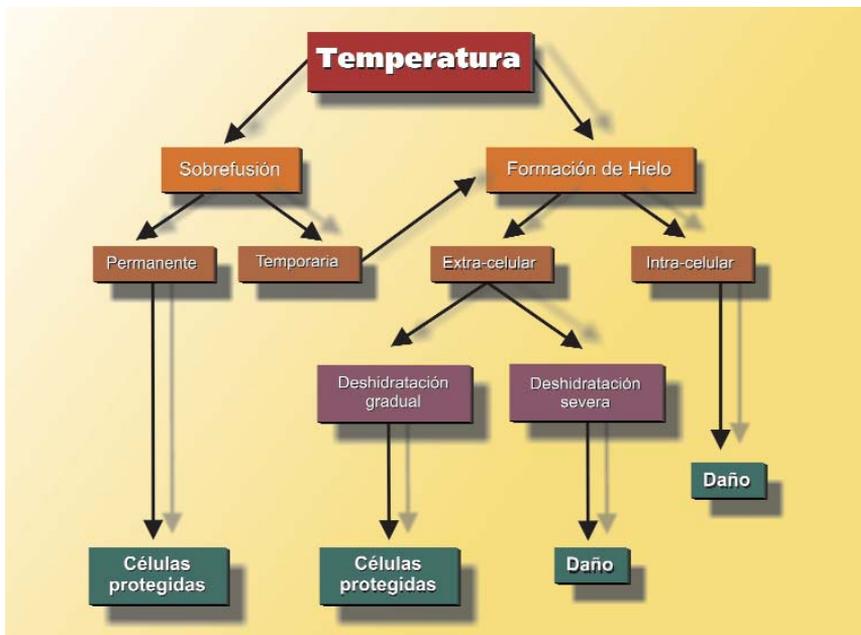


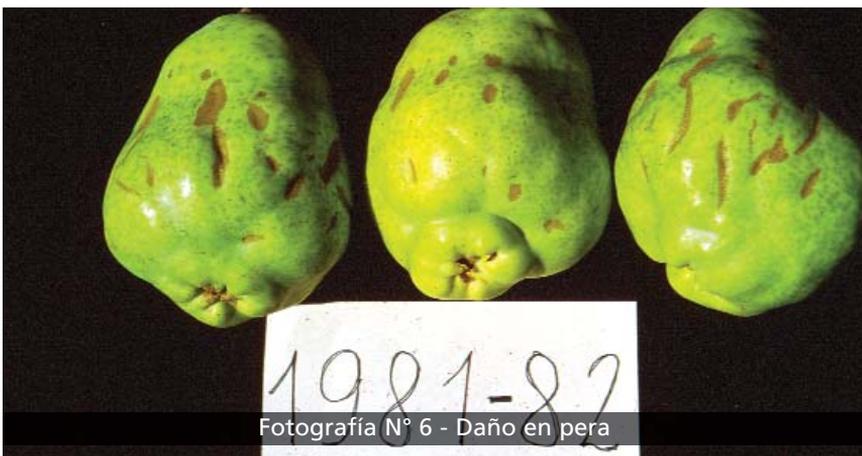
GRÁFICO N° 6



Fotografía N° 4 - Daño interno en manzano 8/11/1980



Fotografía N° 5 - Daño en manzano helada 8/11/1980



Fotografía N° 6 - Daño en pera



Fotografía N° 7 - Daño en manzano 8/11/1980



Fotografía N° 8 - Aplicación de ácido Giberélico en cv. Willams
Daño por frío, "anillado"



Fotografía N° 9 - Anillado en manzano Granny Smith



Fotografía N° 10 - Fruto cuajado en duraznero O'Henry

PROTECCION CONTRA HELADAS

RIEGO POR GOTEO
RIEGO POR MICROASPERSIÓN
RIEGO POR ASPERSION
REDES CONTRA INCENDIOS
ACUEDUCTOS
ZANJEOS

vital
servicios



Representante Oficial

PLASTRO

Distribuimos caños de PVC y accesorios - Molinos y tanques australianos
Bombas sumergibles horizontales y motobombas
Realizamos proyectos, instalaciones y ventas
Asesoramiento, diseño y cálculos: Ing. Hidráulico Civil Nicolás Brand

VITALSERVICIOS.COM.AR

Gral Roca - R.N - Neuquen 1320
Tel: (02941) 435835 / fax : 425246

Neuquén - J.J. Lastra 1400 Esq Ig.Rivas
Tel: (0299) 15 50 70095

www.vitalservicios.com.ar

www.vitalservicios@speedy.com.ar

CAPÍTULO 6. FENOLOGIA-DORMANCIA

El seguimiento anual del desarrollo fenológico en la primavera se realiza, utilizando la metodología de Fleckinger ⁽¹⁴⁾ en los frutales de pepita y la de Bagiolini ⁽¹⁵⁾ en los frutales de carozo y la vid. En la primera parte del desarrollo anual de los frutales se observa a la yema floral, luego al botón floral y al final al fruto. Los “estados de referencia” se designan con las primeras letras del alfabeto, en mayúscula. En Yema Floral se diferencian los estados A, B y C, en Botón Floral los estados D, E, F y G y con el fruto los estados H, I y J.

A su vez en cada estado de referencia se diferencia la evolución con números del 1 al 4.-

El trabajo de relevamiento a campo se efectúa sobre dos árboles de cada variedad, comenzando en primavera con el “despertar vegetativo” y luego se observa con una frecuencia de dos veces por semana; hasta cuando el fruto alcanza un diámetro de aproximadamente 2 cm.

6.1 La dormancia en los frutales - Modelo de Utah

Los frutales de hoja caduca necesitan acumular frío (luego de la caída de hojas y durante el invierno) para satisfacer los requerimientos de la primera fase de la dormancia. En una segunda fase y previo a la floración, las plantas necesitan acumular calor. Para el cálculo de ambos requerimientos se utiliza el modelo de Richardson y de Utah ⁽¹⁶⁾. En éste método las unidades de frío (UF) se calculan con una ponderación distinta a las temperaturas, como observamos en la siguiente tabla.

TABLA N° 10 - CONVERSIÓN DE TEMPERATURAS A UNIDADES FRÍO (UF)

Temperatura 0 °C	U. F.
< 1.4	0.0
1.5 – 2.4	0.5
2.5 – 9.1	1.0
9.2 – 12.4	0.5
12.5 – 15.9	0.0
16.0 – 18.0	-0.5
> 18.0	-1.0

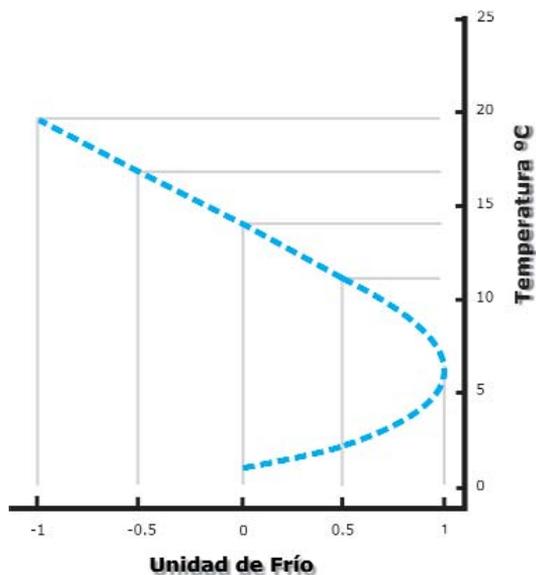


GRÁFICO N° 7 – CURVA DEL MODELO Utah

Las unidades de calor (UC) se calculan en forma horaria

UC: $T\text{ °C} - 4.5\text{°C}$ con un valor máximo de 25 °C

TABLA N° 11 - NECESIDADES DE FRÍO Y DE CALOR DE ESPECIES Y CULTIVARES

Especie	Cultivar	UF	UC (antesis)
Duraznero	Alberta	800	4926
Damasco	Milton	720	4111
Cerezo	Bing	880	6072
Pera	Williams	1210	5644
Manzano	Red Delicious	1234	6933

Normalmente, en las condiciones climáticas de los valles irrigados de las provincias de Río Negro y Neuquén, no se presentan dificultades para lograr la acumulación del frío necesario en la primera etapa de la dormancia. La posterior acumulación de las unidades de calor que necesitan los diferentes cultivares para florecer, se cumple con variaciones en las distintas temporadas. Esto se traduce en adelantos o atrasos de la floración, como consecuencia de períodos calurosos o fríos.

La duración del período de floración, en número de días, se relaciona con las condiciones climáticas del período. Una larga floración, consecuencia de condiciones del tiempo frío, mostrará diferentes estados fenológicos que tienen distintas sensibilidades al frío y por ende mayores posibilidades de supervivencia ante un fenómeno de helada.

6.2 El monitoreo de las yemas florales

Los frutales de carozo tienen en sus ramas productivas yemas de madera y de flor⁽¹⁷⁾. Estas últimas están protegidas externamente, por brácteas, conteniendo en su interior la yema floral propiamente dicha.

Experiencias realizadas, en duraznero con el cv. Robin⁽¹⁸⁾ demostraron que el peso de las yemas florales durante la dormancia, es un

indicador del avance de este ciclo fisiológico y que ello permite hacer una evaluación temprana del riesgo de heladas primaverales.

En la Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle ⁽¹⁹⁾ se ha cuantificado el peso de las yemas florales desde el año 1989 hasta la actualidad. El período de análisis se extiende desde el 1 de mayo hasta el 15 de agosto de cada año y dos veces por semana se registran los pesos de diez yemas florales de duraznero cv. O' Henry, extraídas de brindillas de mediano vigor. Con estos valores de peso se construye una curva de crecimiento anual.

Se grafican a continuación las curvas de peso de las yemas de tres temporadas. Los años 1993,1995 y 2003, representando una evolución de los pesos lenta, mediana y rápida.

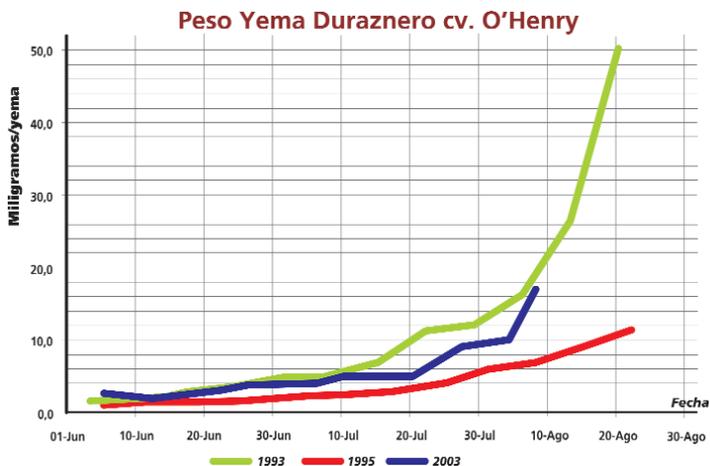


GRÁFICO N° 8 - CURVAS DE CRECIMIENTO DE YEMAS FLORALES

Se concluye que el peso de las yemas florales, en duraznero, es un indicador biológico del grado de satisfacción de la dormancia y que el seguimiento anual de su evolución muestra, al final del invierno y con suficiente anticipación a la floración, el momento en que se cumplen las UF, a partir del cual la acumulación de calor llevará a la floración.



Fotografía N° 11 - Protección con riego por aspersion en floración

Ing. Agr. Miguel Ángel Tassara

CAPÍTULO 7. DEFENSA PASIVA DE HELADAS PRIMAVERALES

La defensa pasiva es una práctica agrícola que se realiza en el monte frutal durante la primavera. El objetivo principal es reducir o evitar el daño por frío, pero su uso es limitado en la región debido a la escasa o nula pendiente del terreno, así como a la exposición del cultivo al sol. En general, tampoco hay marcadas variaciones microclimáticas en las chacras.

Las franjas de cultivo que están cercanas a los ríos están atemperadas con respecto a las temperaturas mínimas debido a la importancia de la masa de agua. En contraposición, esta área tiene un suelo arenoso con baja capacidad de reserva calórica en primavera.

7.1 Barreras rompevientos

Las barreras rompevientos inciden en la modificación del microclima diurno y nocturno del monte frutal. Están ubicadas en los límites de las chacras y en los bordes de los cuadros internos para proteger a los cultivos de los vientos dominantes provenientes de los sectores sur y oeste.



Fotografía N° 12 - Barrera plástica impermeable al aire

Durante el día, las barreras frenan o disminuyen la entrada del aire frío, esto hace que la energía solar absorbida por todo el ambiente se traduzca en una elevación de la temperatura. Este fenómeno amortigua el enfriamiento de noche, reduciéndose así la intensidad de la helada.

Durante la noche, las barreras impiden o reducen el ingreso del aire frío proveniente de los cuadros lindantes hacia los cuadros protegidos con calefacción o riego por aspersión, producen el mismo efecto en los montes en los que no se realiza defensa activa. Además, frenan la intensidad de las "brisas" que provocan evaporación y enfriamiento en las plantas protegidas con riego por aspersión.



La floración de los frutales de carozo se produce desde fines de agosto hasta mediados de septiembre. En esa época las alamedas aún no tienen hojas y por lo tanto no actúan como barreras efectivas. Una alternativa es la utilización de los sauces híbridos, como el 131/27 que tiene un desarrollo foliar precoz. El crecimiento de las hojas de los álamos se produce recién hacia fines de septiembre, en coincidencia con la floración de perales y manzanos.

Las barreras rompevientos no deben ser podadas en su parte inferior o basal. En ese sector es por el que entra, durante la noche, la mayor parte del aire frío a los cuadros, por donde se produce el "efecto venturi" durante el día, con un aumento importante de la velocidad del aire.



Fotografía N° 15 - Barrera rompevientos de coníferas y álamos en filas contiguas

Otra característica de las barreras rompevientos es que, en su masa vegetal se acumula energía durante el día y se libera durante la noche como energía calórica. Ese efecto benéfico es apreciable en algunos metros, comparables a su altura, hacia ambos costados de la barrera. En definitiva, las barreras naturales tienen un efecto favorable en la defensa contra heladas primaverales.

7.2 La conservación del suelo

El suelo del monte frutal es un reservorio de la energía solar. A partir de la puesta de sol y durante la noche esta energía es liberada y para maximizar su acumulación es necesario optimizar la conductividad térmica del suelo con el aumento del contenido de agua y la consiguiente disminución del contenido de aire.

En la siguiente tabla se muestran algunos ejemplos de conducción de calor en diferentes materiales:

TABLA N° 12

Conductividad térmica de materiales	
Materiales	cal/m/hora/°C
Hielo vítreo	1500
Suelo húmedo	1000
Agua	600
Aire	20

En la EEA Alto Valle ⁽²⁰⁾ y durante seis temporadas se compararon las condiciones microclimáticas de un monte frutal, en la primavera, manteniendo el suelo del interfilas en un sector libre de malezas, compactado y húmedo, y en otro sector, cubierto de malezas y seco.

CONDICIONES DE SUELO





Fotografía N° 17 -Monte libre con suelo preparado para defensa pasiva



Fotografía N° 18 -Suelo húmedo



Fotografía N° 19 -Suelo trabajado con compactador

La temperatura mínima actinotérmica se registró, en los dos sectores, a 1.5 m de altura. Los resultados del ensayo se presentan en la siguiente tabla:

TABLA N° 13: GANANCIAS TÉRMICAS DE UN SUELO COMPACTADO-HÚMEDO-LIBRE DE MALEZAS VS. SUELO ENMALEZADO Y SECO (% DE NOCHES)

GANANCIAS TÉRMICAS						
Umbrales térmicos (°C a 1.50 m)	año					
	1980	1981	1982	1983	1984	1985
0.1 a 0.5	24	29	41	27	76	50
0.6 a 1.0	46	21	36	42	14	29
1.0 a 2.0	21	2	8	24	--	11
Total	91	52	85	93	90	90

En general, las ganancias de temperatura en la mayoría de las noches (70%) alcanzan hasta 1 °C en un suelo libre de malezas, compactado y húmedo, comparadas con las temperaturas de un suelo enmalezado y seco. Las temperaturas mínimas nocturnas fueron inferiores en un suelo limpio, compactado y húmedo, comparado con el enmalezado - seco. Esto es un promedio del 10% de las noches en las que el efecto es negativo, como consecuencia del enfriamiento producido por evaporación de un día de viento, sobre el suelo húmedo.

En síntesis, las condiciones de mantenimiento del suelo sin malezas-compactado y húmedo producen un mayor calentamiento del suelo durante el día y una acumulación energética que en su liberación nocturna atenúa la helada.

7.3 La importancia del agua

Los primeros riegos que se realizan en la primavera generalmente se destinan a la preparación del suelo, pues la demanda de las plantas en evapotranspiración es reducida. Esta ineficiencia de aplicación del agua se traduce en la elevación del nivel de la capa freática.

Si por exceso de riego se mantiene el suelo encharcado durante el día o los días siguientes a la aplicación, la energía del sol se refle-

ja en el espejo de agua y vuelve a la atmósfera sin ser aprovechada para calentar el suelo. Éste pierde energía constantemente y se enfría progresivamente.

En el sistema de riego del Alto Valle, el agua está disponible a nivel de las chacras alrededor del 10 de septiembre. Este atraso en la disponibilidad dificulta la realización de las tareas de preparación del suelo, sobre todo en el caso de los frutales de carozo.

En primavera, si se decide mantener el interfilas con una cubierta vegetal permanente, es recomendable cortarla con desbrozadora para que esté a baja altura, de esta manera, parte de la energía solar llegará al suelo.

En el mundo, existen áreas de producción frutícola en las que su clima tiene una humedad ambiental alta y en consecuencia mayor predisposición a la aparición de enfermedades causadas por hongos y bacterias, como por ejemplo, sarna del manzano, viruela del duraznero y bacteriosis del peral. En estos casos, es necesario mantener el interfilas vegetado toda la temporada de crecimiento, para posibilitar la entrada con la pulverizadora, a fin de realizar los tratamientos fitosanitarios. Bajo estas condiciones, no es posible realizar el laboreo del suelo que habitualmente se hacen en esta región. Asimismo, en las zonas donde los frutales son cultivados en terrenos con pendiente, el interfilas debe tener vegetación para evitar la erosión hídrica del suelo.

7.4 El manejo del suelo y el riego

A partir del mes de julio y para evitar el desarrollo vegetativo temprano y retardar la floración de primavera se deberá mantener el interfilas del suelo suelto y seco. Se reduce de esta manera la capacidad de almacenar calor; se mantiene frío y demora la evolución de la etapa final de la dormancia en las plantas.

- La preparación del suelo para la defensa pasiva (libre de malezas, compactado y húmedo) y el riego se podrá hacer a partir del esta-

do F1. De esta manera, cuando las plantas se sensibilizan más al frío, el suelo deberá estar en condiciones de absorber energía y disminuir, en consecuencia, los valores de temperatura mínima.

- Si el suelo está con cobertura vegetal permanente, es necesario mantenerlo corto con desbrozadas seguidas, para reducir el riesgo de frío.

7.5 Los retardantes de la floración

Demorar la floración en los frutales es un objetivo importante para reducir el riesgo de daño por heladas en primavera. Existen varias maneras de conseguirlo:

- a) A través de un riego evaporativo en la primavera temprana, asperjando los árboles con un equipo de riego por aspersión, para bajar la temperatura en las horas de mayor calor. Se busca retardar, de esta manera, la acumulación de las unidades de calor necesarias en la segunda etapa de la dormancia, previa a la floración.
- b) Mediante la aplicación otoñal de reguladores de crecimiento como las giberelinas (Uvex) y el ácido 2 cloro-etano fosfónico (Ethrel).

Ensayos realizados con giberelinas en el Estado de Washington, EE.UU. ⁽²¹⁾ dieron como resultado un atraso de hasta seis días en la floración en durazneros variedad Elberta. Otras pruebas realizadas en Francia, con Ethrel, en diferentes variedades de duraznos, en concentraciones de 60 a 100 mg/l, aplicado en otoño, retrasaron la floración en al menos una semana, no observándose efectos secundarios perjudiciales. ⁽²²⁾

En tanto, en San Rafael, Mendoza ⁽²³⁾ las aplicaciones de giberelinas en duraznero cv. Southland provocaron un importante atraso de floración de hasta 15 días; pero se observaron abortos en las yemas floríferas con las dosis empleadas.

En la EEA Alto Valle se llevaron a cabo durante la década de 1980 ensayos en el cv. Dixon con los reguladores de crecimiento: el ácido giberélico AG3 (Uvex) y el 2 cloro-etano- fosfónico (Ethrel) ⁽²⁴⁾. Las aplicaciones se realizaron en otoño, con un 80% de hojas funcionales en los árboles.

TABLA N° 14

Evolución del desarrollo fenológico cv. Dixon							
Tratamiento	Fenología	%					
		A	B	C	D	E	F
1 ethrel 200 mg/l			100				
2 ethrel 100 mg/l			94	6			
3 uvex 100 mg/l			83	17			
4 ethrel 100 mg/l + uvex 50 mg/l			79	21			
5 ethrel 100 mg/l + uvex 100 mg/l			100				

Observación: 20-08-1980

El 26 de agosto de 1980 se produjo una helada intensa ^(x) en el lugar del ensayo y seis días después, fueron evaluados los daños producidos a las plantas y del testigo F. ^(x) -7.5 °C y 9 hs. de duración.

TABLA N° 15

Evaluación de daños por helada		
Tratamiento	Daños %	Estado Fenológico
Testigo	72	F
5 ethrel 100 mg/l + uvex 100 mg/l	10	B/C
4 ethrel 100 mg/l + uvex 50 mg/l	15	C
3 uvex 100 mg/l	19	C
2 ethrel 100 mg/l	1	C
1 ethrel 200 mg/l	6	B/C

Pueden observarse las diferencias de daños, en %, producidos a los diversos estados fenológicos, en las plantas tratadas con los retar-

dantes de floración y en las del testigo. Se comprueba además, claramente el incremento de la sensibilidad al frío con el avance del desarrollo fenológico.



Fotografía N° 20 - Vista de desarrollo fenológico con aplicación de ácido Giberélico (N° 3) y en el testigo



Fotografía N° 21 - Vista de desarrollo fenológico con aplicación de ETHREL (N° 2) y en el testigo

Después de seis años de experiencias de aplicación de reguladores de crecimiento se concluye que:

- Los tratamientos con Ethrel en dosis de 80 mg/l y 100 mg/l y Uvex en dosis de 100 mg/l producen un retraso del desarrollo fenológico promedio de dos estados fenológicos respecto a las plantas testigo, lo que significa aproximadamente diez días de retraso en la evolución de la fenología.
- En estas dosis de aplicación no se producen efectos secundarios perjudiciales, como lo es el aborto de las yemas florales.

CAPÍTULO 8. LA DEFENSA ACTIVA CONTRA HELADAS

La defensa activa contra heladas es una práctica que se aplica a un monte frutal durante las horas nocturnas de helada, con el fin de aumentar la temperatura de las plantas e impedir que se alcance el umbral de resistencia al frío del vegetal.

8.1 Cálculo de pérdidas por convección

- Las necesidades energéticas: las pérdidas de energía que se producen constantemente en el ambiente vegetal de un monte frutal, incluyendo las plantas y el suelo, son proporcionales a sus temperaturas. A mayor temperatura, es mayor la liberación de radiación infrarroja de onda larga. Esta energía se calcula aplicando la Ley de Stefan - Boltzmann: $E: \sigma T^4$

σ : constante

T: temperatura

TABLA N° 16: ENERGÍA LIBERADA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Temperatura °C	Radiación (%)
-7.0	81
0.0	90
7.0	110
14.0	110
21.0	122

Cuando son noches claras, sin nubes y cuando la temperatura es de 0 °C previo al comienzo de una helada, las pérdidas energéticas son de 900.000 kilocalorías/hectárea/hora (kcal/ha/hora).

En un área, cuando se protege con cualquiera de los métodos activos de defensa, se produce una diferencia de temperatura entre

la zona defendida, que se mantiene más caliente, y las áreas adyacentes que no tienen defensa. A medida que transcurre la helada, se intensifican las diferencias de temperatura ($\Delta t^{\circ}\text{C}$) entre ambas áreas y es necesario ir incrementando los aportes en calorías en la zona protegida.

- Cálculo de las pérdidas por convección: la fórmula de Tabard permite calcular las necesidades calóricas de las pérdidas que se producen por convección: se tienen en cuenta el frente o límite del cuadro a defender, la altura del cultivo, la velocidad del viento o brisa, la humedad ambiental y la máxima diferencia de temperatura que se producirá entre el área defendida y la adyacente.

$$Q : F \times H \times V \times 3600 \times Ch \times \Delta T^{\circ} C$$

Donde:

Q: calor en kilocalorías por hora (Kcal./h)

F: ancho del contorno o frente en metros (m)

H: altura del cultivo protegido en metros (m)

V: velocidad de la masa de aire (viento) (m/seg.)

Ch: calor específico del aire húmedo (Cal/m³/0 °C)

$\Delta T^{\circ}\text{C}$: diferencia de temperatura entre el área protegida y el contorno (°C)

Tomando un ejemplo, si:

F = 100m

H = 3m

V = 1m/seg

Ch = 0.32 cal/m³/0 °C

$\Delta T^{\circ}\text{C} = 3^{\circ}\text{C}$

Aplicando la ecuación anterior **Q = 1.036.800 kcal/hora.**

El total de calorías necesarias resulta de sumar las 900.000 kcal/h

de las pérdidas por radiación anteriormente señaladas y las 1.036.800 Kcal/h de las pérdidas por convección, resultando un total de 1.936.800 Kcal/h.

8.1.2 Compensación por déficit de humedad

En la tabla siguiente se puede observar la influencia que tiene la humedad del aire que ingresa a la zona protegida y las diferencias de temperatura en este cálculo.

TABLA Nº 17: PÉRDIDAS POR CONVECCIÓN EN FUNCIÓN DE VELOCIDAD DEL VIENTO Y DIFERENCIAS DE TEMPERATURA KCAL/HA/HORA

Pérdidas por Convección (kcal./ha/h) Higrometría: 100 % HR							
Viento (m/seg)							
0	16.000	32.000	48.000	96.000	120.000	160.000	200.000
1	345.600	691.200	1.036.800	1.382.400	1.728.000	2.073.600	2.419.200
2	691.200	1.382.400	2.073.600	2.764.800	3.456.000	4.147.200	4.838.400

En el cálculo de necesidades energéticas, cuando se protege con el método de riego por aspersión, hay que tener en cuenta una compensación energética por el déficit de humedad del aire. En la tabla Nº 16 se observan la influencia del tenor de humedad del aire y las velocidades del viento.

TABLA Nº 18: COMPENSACIÓN ENERGÉTICA POR DÉFICIT DE HUMEDAD EN KCAL/HA/HORA

Compensación por Déficit de Humedad (kcal./ha/h) Higrometría: HR %			
Viento (m/seg.)	90%	80%	70%
0	1.672	3.344	5.434
1	63.536	127.490	191.026
2	127.490	254.980	382.052

8.2. El método de riego por aspersión

Este método de defensa fue introducido en la zona en la década del cincuenta, pero recién tuvo una gran expansión luego de las importantes heladas de los años 1970 y 1971. A partir de 1985 se amplió la zona cubierta, después de otro fenómeno climático importante.

En sus inicios, en nuestra región, se produjo un fenómeno similar al de otras áreas frutícolas y vitícolas productoras del mundo en donde los primeros equipos se instalaron con los aspersores muy distanciados y con una insuficiente cantidad de agua para poder controlar heladas intensas.

La condición básica para el adecuado funcionamiento de éste método es que durante el tiempo de uso en defensa haya permanentemente agua líquida congelándose sobre las plantas y órganos que se protegen. El calor liberado por el agua al congelarse, de 80 cal/gr; se transmite, por conducción, a través del hielo que recubre a las yemas, flores o frutos de la planta.

El diagnóstico y las experiencias realizadas con este método en la zona ⁽²¹⁾ mostraron que los problemas en los equipos de riego por aspersión se originan principalmente por:

-errores de diseño que consideran aportes de agua insuficiente (ml/h) y con defectuosa distribución,

-deficiente manejo del método.

8.2.1 Factor de seguridad

En el diseño del equipo se tiene en cuenta, fundamentalmente, la cantidad de agua a aplicar, que es función de la fecha de floración del cultivar a proteger. Los cultivares de floración precoz requieren más agua, porque es alta la probabilidad de ocurrencia de temperaturas bajo 0 °C en ese período.

El límite máximo de cantidad de agua a asperjar, está relacionado con la capacidad del suelo para absorber esa lluvia y por la sensibilidad del portainjerto al encharcamiento o humedad excesiva en el sistema radicular. En esta región hay posibilidades de que se produzcan dos o tres heladas seguidas de mediana a larga duración en los primeros días de septiembre, en coincidencia con la floración en los frutales de carozo.

En los frutales, en general, no es frecuente la rotura de ramas o brindillas por el peso del hielo. La cantidad de hielo que se acumula tiene relación con el milimetraje de agua aplicado y con la duración de la helada. En la vid, hay posibilidad de rotura de los brotes cuando tienen una longitud entre 15 a 25 cm hacia fines de octubre.

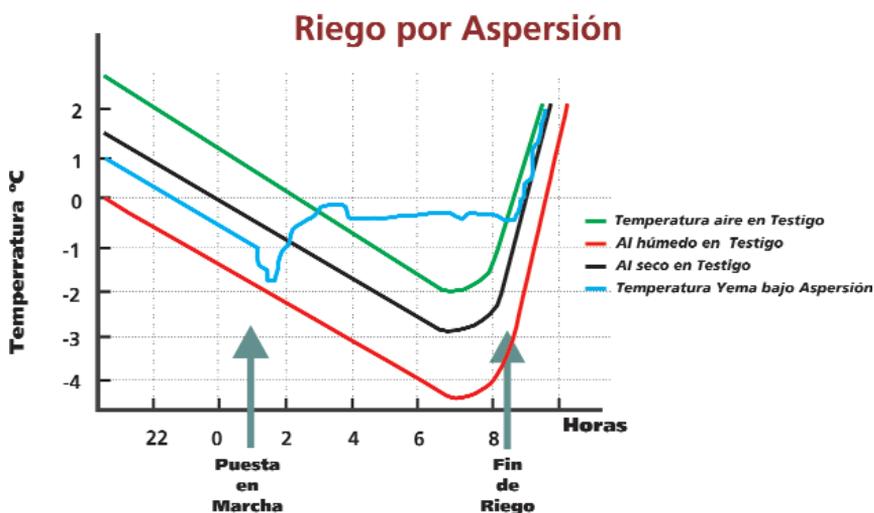


Gráfico N° 9: EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS DURANTE LA APLICACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN

TUBOS PARA PLANTAS MULCHING - INVERNADEROS GEOMEMBRANAS



LP SRL

Tel.: 02941-433027 - Fax: 02941-434439
www.lpsrl.com.ar - lpsrl@lpsrl.com.ar

INCOA S.A.

Desde 1968 combatiendo heladas.

Roca 1160 - (8324) Cipolletti - Río Negro
(0299) 4781733 - incoa@infovia.com.ar



Miguel Ángel Tassara



BALLADA SAIC
Desde 1919
Una Tradición en la Industria Metalúrgica

TODAS LAS OPCIONES PARA LA LUCHA CONTRA HELADAS



- ✓ Calefactores LUCOHUEL
- ✓ Tapas y chmeneas para latas de aceite

...Y TAMBIÉN PARA EL EMPAQUE

- ✓ Líneas de empaque "Llave en mano"
- ✓ Tamañadoras electrónicas
- ✓ Lavado, encerado y secado



Administración y Talleres: 25 de Mayo 68 - (R8332AIB) General Roca - Rio Negro - República Argentina - Tel. (02942) 434513 - 423170
Email: ballada@speedy.com.ar - Web site: www.ballada.com.ar

CONSORCIO GENERAL ROCA

DE RIEGO Y DRENAJE



3 de Febrero y Ayala
Tel. (02941) 430021
8332 General Roca Rio Negro

EL CONSORCIO DE RIEGO
SIEMPRE PRESENTE EN
LA ACTIVIDAD AGRICOLA



BUBYLAND

E S P U M O S O

Chacra 341-Mainqué - R.N. - Telefax: 02941-493005 - bencar@yahoo.com.ar

El agua utilizada en la protección

En la mayoría de los equipos instalados se utiliza agua freática extraída de perforaciones encamisadas de hasta 12 m de profundidad. Es variable en cantidad y calidad el contenido de sales conforme al lugar de su ubicación dentro del valle. Una vez realizada la perforación, se debe hacer analizar el agua para saber su salinidad a través de la conductividad eléctrica, así como el tipo de sales. Las conductividad eléctrica inferior de 2000 micromohs/cm, no causan inconvenientes.

Existen algunos equipos que se abastecen con agua de riego, en chacras de gran superficie, que no tienen turnado de riego. Esto les da la seguridad de disponer del agua durante todas las noches de la primavera, como ejemplo, en una chacra de 100 ha que tiene una dotación de riego de 0.75 l/seg/ha, entra permanentemente un volumen de 270 m³ de agua por hora. Con este volumen y durante las noches de helada, se pueden defender nueve hectáreas de manzanos con riego por aspersión. También hay equipos que toman el agua directamente desde el río o desde lagunas.



Fotografía N° 22 - Obra de toma de agua anexa a acequia de riego

Las sales contenidas en el agua, al depositarse sobre las flores o pequeños frutos, pueden provocar la muerte de los tejidos en las plantas. Este problema se soluciona lavando las plantas, utilizando agua de riego por corto tiempo -aproximadamente una hora-, luego de las noches de defensa. Si el agua salina se seca sobre las plantas, el lavado no tendrá efecto alguno.

Si bien las sales del agua asperjada provocan un descenso del punto de congelamiento del agua, los cálculos efectuados muestran ⁽²⁵⁾ que debe ser muy elevada su concentración salina para que sea significativo el cambio de la temperatura de fusión y afectar así el congelamiento necesario en la aspersión.



Fotografía N° 23 - Protección con aspersión en duraznero en el estado "E"

Es importante tener en cuenta la temperatura del agua con la que se asperja, en relación con el aprovechamiento que hace la planta del calor de fusión liberado. Con temperaturas de agua cercanas al 0 °C, el congelamiento sobre la planta es rápido y es buena la eficiencia del pasaje del calor liberado, cayendo poca agua al suelo. Para el microclima en su conjunto, el agua que se congela sobre el suelo no se considera una pérdida energética, sino que contribuye a mantener el interior del suelo en temperaturas cercanas al 0 °C.

En la primavera, la temperatura del agua en las perforaciones está entre 15 °C y 17 °C.

Considerando una temperatura de 15 °C, el aporte en calorías es de 15 kcal/litro de agua al enfriarse desde los 15 °C hasta el 0 °C. Estas calorías son cedidas por el agua al ambiente antes de alcanzar el proceso de congelamiento.

Las perforaciones

La ubicación óptima de la perforación, en el campo, surge al concluir el diseño del equipo de riego, aunque no coincide generalmente con el lugar de mayor caudal de agua definido por el rabadomante¹. Posteriormente se deberán compatibilizar ambos criterios.

Una vez terminada la perforación se efectúa un primer bombeo de limpieza o desarenado. Con la bomba definitiva se constatará si los volúmenes de agua disponibles son los necesarios. En caso de contar con un volumen menor al necesario, debe optarse por una reducción del área protegida, manteniendo la lámina de agua proyectada.

La humedad atmosférica

La aplicación del riego por aspersión produce la modificación del microambiente del monte frutal durante el tiempo de control de la helada. Hay saturación de la humedad, es decir que la humedad rela-

¹ "Rabdomancia" o "radiestesia" es la ciencia basada en la capacidad del ser humano de percibir diferentes tipos de alteraciones energéticas en su entorno.

tiva (HR) será del 100% en toda el área ubicada por debajo del nivel del aspersor.

La humedad del aire se origina por la evaporación de agua líquida desde las plantas o desde el suelo. Este pasaje o cambio de estado del agua, del líquido al vapor, requiere de una energía de 600 cal/gr, que es tomada de los cuerpos con superficies húmedas, como las plantas y el suelo. La temperatura de estos cuerpos desciende rápidamente por éste fenómeno.

La evaporación y sublimación, cuando se evapora el hielo, son el argumento básico para recomendar la utilización del termómetro húmedo en la puesta en marcha y apagado de los equipos de aspersión.

En la siguiente tabla se calcula la humedad relativa del aire con la información de los termómetros seco y húmedo. Por ejemplo, para el caso de una T °C del termómetro seco de 10 °C y de 7 °C en el termómetro húmedo, se encuentra una diferencia entre ellos de 3 °C. Entrando en ordenadas con 10 °C del termómetro seco y con 3 °C de diferencia de temperatura entre ellos se observa que la humedad relativa es del 66%.

TABLA N° 19: CÁLCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA

HR del aire - %Temperatura termómetro seco y húmedo

		Diferencia de temperatura termómetro seco y húmedo																							
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Temperatura de termómetro seco	0	96	93	89	85	81	78	74	71	67	64	60	57	53	50	46	43	40	36	33	29	21	12	5	-
	1	97	93	90	86	83	80	76	73	70	66	63	59	56	53	49	46	43	40	36	33	23	17	10	-
	2	97	93	90	87	84	81	78	74	71	68	65	62	59	55	52	49	46	43	40	37	29	22	14	7
	3	97	94	91	88	84	82	78	76	72	70	67	64	61	58	53	52	49	46	43	40	33	26	19	12
	4	97	94	91	88	85	82	79	77	74	71	68	65	62	60	57	54	51	48	46	43	36	29	22	10
	5	97	94	91	88	86	83	80	77	75	72	69	67	64	61	58	56	53	51	48	45	39	33	26	20
	6	97	94	92	89	86	84	81	78	76	73	70	68	65	63	60	58	55	53	50	48	41	35	29	24
	7	97	95	92	89	87	84	82	78	77	74	72	68	67	64	62	59	57	54	52	50	44	38	32	28
	8	97	95	92	90	87	85	82	80	77	75	73	70	68	65	63	61	58	56	54	51	46	40	35	29
	9	98	95	93	90	88	85	83	81	78	76	74	71	69	67	64	62	60	58	55	53	48	42	37	32
	10	98	95	93	90	88	86	83	81	78	77	74	72	70	68	66	63	61	59	57	55	50	44	39	34
	11	98	95	93	91	89	83	94	92	80	78	75	73	71	69	67	65	62	60	58	56	51	46	41	36
	12	98	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	53	48	43	39
	13	98	96	93	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	61	59	50	54	45	41
	14	98	96	94	92	90	88	86	84	82	79	78	76	74	72	70	68	66	61	62	60	56	51	47	42
	15	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	73	71	69	67	65	63	61	57	53	48	41

8.2.2. Requerimientos de energía y pluviometría por especie

En la tabla siguiente pueden observarse las necesidades de energía y de agua en mm/h, para el manzano, peral, duraznero, la vid y el tomate. En este último caso, los cálculos se realizaron para la defensa de heladas otoñales.

TABLA N° 20: CÁLCULO DE ENERGÍA Y PLUVIOMETRÍA PARA FRUTALES DE PEPITA-CAROZO-VID Y TOMATE

Cálculo de Energía y Pluviometría por Especie									
Especie	Altura del Cultivo	$\Delta T^{\circ}C$	HR%	m/seg Viento	Energía (Kcal./ha/h)				Agua Necesaria
					Radiación	Convección	Déficit Higrométrico	Total	
Manzano	3	4	80	1	900.000	1.382.400	127.490	2.409.890	3
Peral	3	5	80	1	900.000	1.728.000	127.490	2.755.490	3.4
Duraznero	3	7	80	1	900.000	2.419.200	127.490	3.446.690	4.3
Vid	1.5	4	80	1	900.000	691.200	127.490	1.718.690	2.1
Tomate	1	3	90	1	900.000	345.600	63.536	1.309.136	1.6

Las pluviometrías consignadas fueron calculadas para las condiciones bioclimáticas de los cultivos en la región. El caso del cálculo en perales, por ejemplo, en un cultivo de una altura de 3 m, una temperatura máxima a controlar como $\Delta T^{\circ}C$ de 5 $^{\circ}C$, la HR del 80% y un viento de 1m/seg las pérdidas por radiación serán de 900.000 kcal/ha/hora y las pérdidas por convección de 1.728.000 kcal/ha/hora como observamos en Tabla 18 aplicando la fórmula de Tabard. En tanto, las pérdidas por déficit de humedad serán 127.490 kcal/ha/hora (véase Tabla N° 15). Sumando estas pérdidas de energía se obtienen un total de 2.755.490 kcal/ha/hora.

Como el aporte del calor de fusión es de 80 kcal/litro de agua, para compensar los 2.755.490 kcal/ha/h se necesitarán 3.44 mm/h o sea un caudal necesario será de 34.4 m³/ha/h. De la misma manera se calculan las necesidades de agua para las demás especies consideradas.

En la tabla siguiente se muestran la pluviometría recomendada para las especies más importantes y las distancias entre aspersores y las toberas necesarias para obtener la pluviometría requerida.

TABLA N° 21: DISTANCIAMIENTO ENTRE ASPERSORES Y TOBERAS

Necesidades en Riego por Aspersión Condiciones Bioclimáticas de Río Negro y Neuquén			
	Lluvia (mm/h*)	Distancia entre Aspersores (m)	Tobera (mm)
Duraznero	4	18 x 18	4.8 – 5
Ciruelo (T. Japonés)	4	18 x 18	4.8 – 5
Peral	3.5	21 x 21	4.8
Manzano	3	21 x 21	4.8
Vid	2 – 2.5	24 x 24	4.5
Tomate (otoño)	1.5	24 x 24	4.2

* Coeficiente de uniformidad de Christiansen >80%.-

8.2.3. El aspersor antihelada, uniformidad de pluviometría

El aspersor antiheladas es del tipo “a martillo” y debe reunir las siguientes características:

- ser de naturaleza metálica, para que la temperatura del aspersor se mantenga permanentemente por encima del 0 °C durante el funcionamiento y así no se forme hielo en su superficie. El metal, por ser buen conductor del calor, transmite la temperatura del agua que circula al interior del aspersor.

- evitar el uso de aspersores de plástico, porque permite la formación de hielo y su acumulación en la superficie bloquea el funcionamiento.

- tener capuchón de cobertura superior que proteja el mojado del resorte, evitando la formación de hielo y el consiguiente bloqueo del sistema.

- tener tobera única: con un diámetro mayor de salida del agua para disminuir la posibilidad de taponamiento por basuras.

- la velocidad de giro, de alrededor de un minuto por vuelta, impide que se produzcan descensos de temperatura importantes, entre dos pasajes sucesivos, evitando que se registren daños en el cultivo.



Fotografía N° 24 - Aspersor KOMET utilizado en la región

La lluvia que proporciona un aspersor, varía en función de la presión y de la tobera de salida. El distanciamiento de los aspersores permite obtener la pluviometría requerida por el cultivo (Tabla N° 19).

Por su parte, los fabricantes de aspersores homologan su performance en laboratorios especializados en materiales de riego ⁽²⁶⁾.

Esta es una información básica para los técnicos que realizan el diseño y cálculo de los equipos de riego.

Los aspersores más empleados en la región son el MR 20 de Nicolussi - el ZA30 de Perrot, el Polar de Komet, el 233/96 de Naan y el Vyr 33 de Raesa.

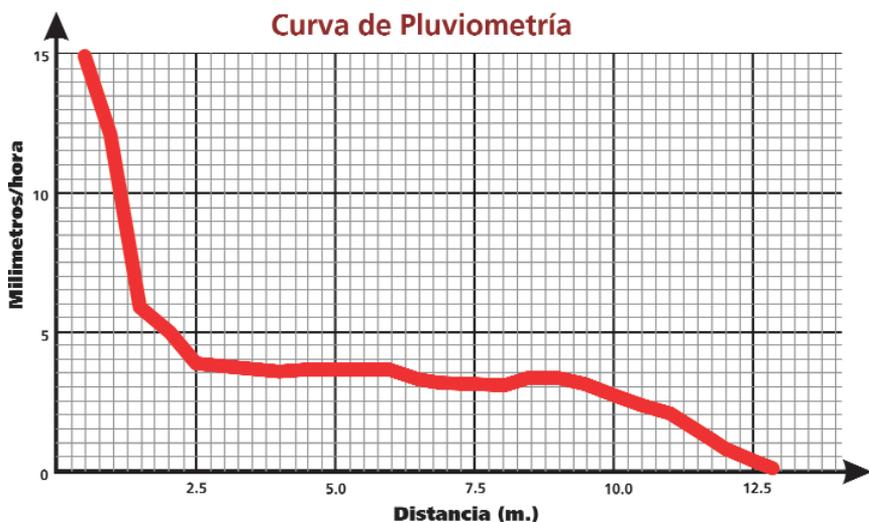


Gráfico N° 10: CURVA DE LLUVIA DEL ASPERSOR ZA 30

El tamaño de la gota de agua que sale del aspersor tiene importancia en el buen funcionamiento del equipo. Si es de tamaño grande, no se puede mantener sobre los órganos del vegetal y se cae al suelo por su peso. Si, por el contrario, la gota es muy chica al salir del aspersor, no llega a su destino, que es la planta, porque se evapora en el aire o es arrastrada fuera del área protegida por brisas. Cuando las presiones de trabajo del aspersor son bajas, las gotas de agua son de tamaño grande, y si las presiones son altas se producen tamaños muy chicos. Cada aspersor tiene una presión de trabajo óptimo y un diámetro de tobera con los que se logra el tamaño de gota deseado.

La altura de instalación del aspersor es de 0.50 m por encima del tope de las plantas. No es aconsejable ubicarlos a mayor altura, porque sino se aumenta el área "protegida" y también se incrementa el riesgo de fracaso del sistema ante la aparición de brisas.

Es necesario tener presente que la velocidad del viento aumenta con la altura.

Para determinar la uniformidad con la que se distribuye la pluviometría en los equipos, se calcula un coeficiente de uniformidad (CU). El de Christiansen que acepta un valor igual o mayor al 85%.

Fórmula de Christiansen:

$$CU: 100 \times 1 - \frac{\sum \Delta h}{n \times hm}$$

Sumatoria Δh : es la suma de las diferencias entre los milímetros registrados en los sitios de medición y la lluvia media:

n: Es el número de casos

hm: altura media de la lluvia

8.2.4. Características de las instalaciones

A continuación se mencionan las características de mayor relevancia que deben tenerse en cuenta en las instalaciones:

- las bombas son del tipo centrífugo, el nivel del agua de la aspiración no debe superar los 6 - 7 m de profundidad. Para aumentar la superficie de entrada de agua, en los 2 m finales del caño de aspiración se hacen ranuras de 15 cm de largo y una abertura de tamaño menor al diámetro de la tobera. Además, se debe impedir la entrada de basura a la perforación protegiendo la boca del caño camisa.

- en el caso de tomar el **agua de canales o acequias**, se recomienda realizar una obra de captación y no tomar el agua directamente. De esta manera, se garantizan niveles permanentes y se evita el ingreso de basura. Se deriva el agua hacia una batea de hormigón, con varios filtros de alambre tejido, de diferentes tamaños, de orificios de la malla en la entrada y con una posterior salida de agua de retorno a la acequia, manteniendo constante el nivel de la batea donde se coloca el chupón de aspiración. En estos casos, debe tenerse en cuenta la floración del álamo y su abundante aporte de material a las acequias.

- **los motores** pueden ser del tipo nafteros, usados y reparados a nuevo. Es posible que su consumo sea elevado pero debido a la reducida cantidad de horas de uso, no afectaría significativamente el costo anual de defensa. También se pueden usar motores gasoleros, a gas o eléctricos.

- **la cañería** debería ser en gran parte de pvc. Se entierra a profundidades de 0.5 m a 0.70 m, cada ala regadora debe tener su llave de paso, para permitir el cierre ante la necesidad de limpieza de un aspersor o pérdidas por roturas de caños. También deben tener otra llave de paso al final, a fin de permitir el lavado de la cañería por presencia de basura o hielo.

- es recomendable que el **caño porta - regador sea metálico**, de aluminio o fleje pues mantiene el aspersor fijo durante el funcionamiento.

- En el **cálculo de la motobomba** se debe considerar un 20% suplementario en potencia y de caudal, ante la eventualidad de ocurrencia de viento superior a 1 m/seg.

8.2.5. Normas de manejo del equipo

- El operador para iniciar la defensa debe basarse, en un primer momento, en las temperaturas de resistencia al frío del estado fenológico predominante en el cultivo. Las temperaturas serán las obtenidas con termómetro húmedo.

- cuando el descenso térmico es brusco, con caídas del orden de 2 °C/hora o aún más pronunciadas, el equipo se deberá poner en marcha con 1 °C por encima de la temperatura crítica de daño. Los descensos térmicos bruscos se producen, generalmente, cuando calma el viento después de un período de vientos persistentes, fríos y secos, del sector suroeste, de uno o varios días.

- si el descenso térmico es lento, con caídas de temperatura del orden de 1 °C/hora o menores, el equipo se pone en marcha cuando alcance a la temperatura de daño indicada para el estado fenológico.

Los aspectos que dan seguridad a esta decisión son:

a) que la altura de observación de la temperatura corresponde a la parte más fría del árbol: el sector bajo, donde están las primeras flores.

b) que el daño al tejido vegetal no se produce rápidamente al llegar a la temperatura crítica, sino luego de permanecer al menos media hora a esa temperatura.

Recomendaciones:

- la temperatura que indica el termómetro húmedo es la que tendrá la planta luego de ser mojada por las primeras gotas de agua del aspersor.

- el viento es el principal factor a observar antes de tomar la decisión de iniciar el riego. Es necesario verificar que haya "calma" o que la brisa sea muy suave, es decir, inferior a 1 m/seg (3.6 km/h). La altura para realizar esta observación es la de los aspersores. Una buena referencia a tener en cuenta son las ramas finas de los árboles o la indicación dada por papel liviano.

- si la observación del viento muestra que la tendencia es el aumento de la velocidad, no se debe comenzar a regar, aunque se haya llegado a la temperatura de daño del vegetal.

- para tomar la temperatura del termómetro húmedo cuando está debajo del 0 °C con hielo sobre el bulbo, es necesario mojar la muselina con agua destilada y dejar que se estabilice la temperatura durante unos minutos (5'). Si no se realiza este procedimiento, la temperatura que se toma es la del bulbo del termómetro cubierto de hielo (bulbo congelado).

8.2.6. Observaciones durante el funcionamiento del equipo

Un termómetro de mínima sin muselina instalado dentro del monte frutal a proteger, que recibe agua de la lluvia sobre el bulbo y que se cubrirá también de hielo, indicará la misma temperatura que tienen las plantas durante el funcionamiento del equipo.

En caso de una interrupción obligada del equipo durante la noche, este termómetro mostrará el descenso térmico que se produzca en las plantas al interrumpirse el aporte de agua líquida. El hielo ya formado sobre las plantas, comenzará a sublimarse, es decir, a pasar al estado de vapor de agua. Las 590 cal/gr necesarias para este cambio de estado son extraídas de la planta, que sufre, en consecuencia, un rápido enfriamiento.

El tiempo que puede permanecer el equipo sin funcionar, sin que se produzcan daños en el vegetal, dependerá de la temperatura y la humedad atmosférica en el área sin aspersión. En situaciones con temperaturas externas al equipo del orden de -6 °C a -7 °C, HR del 80% y con las plantas sensibles al frío; con 15 minutos de parada del equipo, se producen daños.

Durante el funcionamiento se debe constatar que hay gotas de agua en el extremo inferior de las velas de hielo. Esto indica que sobra agua en ese momento de la noche y que por lo tanto la temperatura en el vegetal, es cercana al 0 °C.

En la motobomba, se deben controlar cada media hora la presión de trabajo y cada hora, el nivel de abatimiento del agua en la perforación. Desde la cabecera de las filas de plantas se debe observar el tiempo de giro de los aspersores.

Si se produce una brisa durante el funcionamiento, la única posibilidad de contrarrestar el rápido enfriamiento producido, es aumentar la presión de trabajo con el fin de aumentar el volumen de agua. Aunque este cambio provocará un desmejoramiento de la curva de lluvia, se compensará, en parte, el aumento de la pérdida de energía del monte frutal.



Fotografía N° 25 - Vista al amanecer de un monte frutal protegido por aspersión

8.2.7. El fin del riego

Luego del amanecer, se debe observar el aumento de la temperatura del termómetro húmedo ubicado en el área testigo (fuera del monte protegido). En días normales, para esa época, con sol y viento en calma, el aumento térmico es sostenido, a partir del amanecer. En general, es mayor a 2 °C por hora. El riego puede finalizarse cuando se llega a la misma temperatura que se utilizó para la puesta en

marcha. Si por ejemplo se comenzó con una temperatura de $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ cuando se alcanza esa misma temperatura, se puede apagar el equipo.

Los rayos solares atraviesan el hielo que cubre los órganos y calientan directamente a éstos. Prueba de este fenómeno es que las vainas de hielo que recubren ramas y flores se licuan o “funden” desde el interior del hielo. En este sentido, no es necesario esperar a que se derrita todo el hielo formado sobre la planta para apagar el equipo.

No se debe detener el funcionamiento del equipo cuando se produce viento. Este fenómeno se pone de manifiesto por el descenso que sufre la temperatura en el termómetro húmedo.

La puesta en marcha y la detención del equipo no se debe basar en el proceder de los vecinos, pues las condiciones microclimáticas entre cuadros y entre las chacras, son distintas.

Otros aspectos a tener en cuenta:

- el riego produce modificaciones microclimáticas el día posterior a la noche helada. La mayor humedad ambiental y la menor temperatura del monte frutal, son condiciones desfavorables para el trabajo de las abejas. Por esta razón, se aconseja que en los montes frutales con riego por aspersión se coloquen el doble de colmenas que las utilizadas en un monte sin defensa.

- en los frutales de pepita no se han comprobado efectos negativos de la aplicación de agua sobre la fecundación y cuaje de los frutos, aunque se produzca, en alguna medida, lavado de polen. En los ciruelos tipo japonés, aún no se ha clarificado éste aspecto. En éstos frutales es escasa la producción de polen y muy corto el Período Efectivo de Polinización (PEP), resultando muy importante la polinización cruzada.

- la aplicación de aspersión, en plena floración, produce una fuerte caída de pétalos, aunque esto no tiene incidencia negativa en el cuaje de los frutos.

- la puesta en marcha del equipo, en buena parte de la temporada, se realiza con temperaturas bajo cero, especialmente en los frutales de carozo. Es necesario asegurarse de que no quede agua en ningún sector de las cañerías que están a la intemperie o próximas al suelo. Al comenzar a helar, es en estos sitios donde primero se formará hielo y cuando se comience a bombear, se depositará en los aspersores, obturando la salida del agua. Éste es un problema de difícil solución, debido al corto tiempo disponible para subsanarlo. El trabajo nocturno es mucho más difícil de realizar y en este caso se encuentra agravado por el hecho de trabajar con agua y con temperaturas bajas.

- por la experiencia de heladas registradas en la región se recomienda mantener los equipos en condiciones operativas hasta el 15 de noviembre de cada año.

8.2.8. Chequeo de los equipos de riego

El chequeo del equipo de riego por aspersión le da al productor una valiosa información sobre el estado del equipo y el grado de confiabilidad para la defensa contra heladas.

Cuando se instala un equipo nuevo, se debe verificar si lo realizado se ajusta al diseño. Este chequeo también se realiza cada dos o tres años en los equipos en uso. El momento oportuno para realizarlo, es previo al de la defensa en la primavera y cuando se presenten condiciones similares (nivel alto de la capa freática, humedad ambiental, viento en calma, etc.).

La verificación se deberá realizar en un sector delimitado por cuatro aspersores, cercanos a la bomba y otro sector similar con otros cuatro aspersores, en un extremo de la instalación, alejado de la

motobomba. En cada uno de estos sectores se distribuyen pluviómetros, cada 1 m, sobre una línea trazada entre dos aspersores de un ala regadora y sobre una de las diagonales del cuadrado o rectángulo. Los pluviómetros deben permanecer con la boca en posición horizontal durante la prueba, evitando la interferencia de las ramas a la caída del agua.

Se utiliza como pluviómetros, recipientes del tamaño de un vaso de bebida que tengan la condición de tener todas las mismas superficies de boca de entrada para el agua.



Fotografía N° 26 - Medición de los pluviómetros en el chequeo del equipo

En uno de los caños porta - regadores, de uno de los aspersores en análisis, se instala un manómetro a 1.5 m de altura para facilitar la lectura de la presión. Se hace funcionar el equipo completo, en las mismas condiciones de trabajo que durante una helada, respetando la presión de trabajo recomendada en el diseño. El tiempo de funcionamiento es de al menos dos horas.

El momento ideal del día, para realizar este trabajo, es el del amanecer, para garantizar la calma del viento y la mínima evaporación.

Durante el funcionamiento se registrarán las velocidades de giro de los aspersores, en minutos por vuelta y se controlará el nivel de abatimiento del agua en la perforación.

Una vez finalizada la operación, se mide con una probeta el agua caída en cada uno de los pluviómetros y para calcularla en mm/hora, se emplea la siguiente fórmula:

$V = S \times H$ despejando la altura

$$H = \frac{V}{S}$$

donde:

V = Volumen de agua medido con la probeta (cm^3)

S = Superficie de la boca del pluviómetro (cm^2)

H = Altura de la lámina de agua (mm)

Ejemplo de chequeo de un equipo instalado, en manzano cv. Royal Gala

El trabajo se realizó en un equipo de riego instalado en manzano cv. Royal Gala en plena producción en la zona de Chimpay (RN). ⁽²⁷⁾

El regador utilizado fue el miniaspersor Rondo XL de 148 litros/hora de erogación de la empresa DAN. La distribución fue en tresbolillo a 4m x 12m instalados a 0.50m por encima del tope de las plantas.

Los pluviómetros se ubicaron cada metro según el siguiente esquema.

Rondo XL

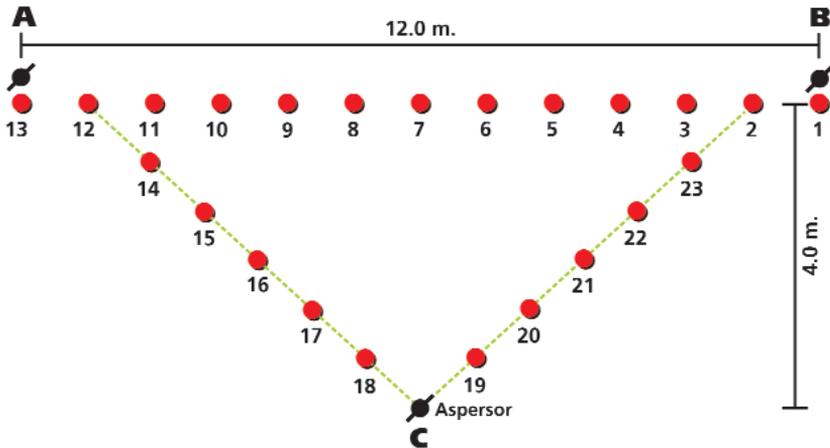


Gráfico N° 11: ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LOS ASPERSORES Y PLUVIÓMETROS

La superficie de la boca de los pluviómetros fue de 53.4 cm².

En el tabla siguiente se consignan los datos de lluvia registrados en los diferentes pluviómetros.

TABLA N° 22: REGISTRO DE DATOS DE LOS PLUVIÓMETROS

Miniaspersor Rondo XL								
Ubicación	A - B		B - C			C - A		
Pluviómetro N°	Cm ³ /h	mm/h	N°	Cm ³ /h	mm/h	N°	Cm ³ /h	mm/h
1	24.3	4.5	14	11.9	2.2	19	13.0	2.4
2	16.7	3.1	15	10.9	2.0	20	12.3	2.2
3	9.4	1.8	16	12.3	2.2	21	10.3	1.9
4	8.7	1.6	17	14.8	2.7	22	11.3	2.1
5	7.2	1.3	18	13.8	2.5	23	15.0	2.7
6	10.5	2.0						
7	12.5	2.4						
8	11.9	2.2						
9	9.0	1.7						
10	10.2	1.9						
11	11.3	2.1						
12	16.0	3.0						
13	30.0	5.5						

Coefficiente de uniformidad de Christiansen:

$$CU: 100 \times 1 - \frac{\sum \Delta h}{n \times hm}$$

Sumatoria de datos = 56.0 mm

Nº de datos = 23

Lámina media = 2.43 mm (hm)

$S\Delta h$: 12.5

CU: $100 \times 1 - (12.5) = 100 \times (1 - 0.22) = 78\%$

23×2.43

Como resultado la lámina de agua promedio es de 2.4 mm/h.

Esta pluviometría es insuficiente para garantizar un control eficiente de heladas en manzanos. Por su parte, el coeficiente de uniformidad de Christiansen obtenido es del 78% y es inferior al requerido en los equipos de riego, que es del 85%.

8.2.9. Las variantes de la aspersión clásica

La aspersión clásica está referida al uso de aspersores del tipo a martillo, de tamaño mediano, que trabajan con presiones cercanas a los 4 kg/cm².

En los años 90, se utilizó el método de riego por microaspersión para la defensa de heladas en algunos países como Francia y Nueva Zelanda, basándose en experiencias desarrolladas en Israel con el microaspersor Dan 2001.

En los valles frutícolas de la Patagonia norte, se hicieron algunas instalaciones para proteger cerezos y ciruelos japoneses con éste método. Inmediatamente después, se usaron los miniaspersores, como el *side-winder* y el *SM 20 H* de marca Raind Bird, el *super-mamkad* y el *rondo xl de Dan*. Todos ellos trabajan en presiones del orden de 2.5- 3 kg/cm².

La **regla general** que se aplica para todas estas variantes de regadores, es que la lámina de agua a considerar en las diferentes especies, es la misma que la indicada para la aspersión clásica.

8.2.10. El sistema de riego con “Flipper”

El flipper es un regador plástico que funciona en una sola dirección, mojando de manera alternada en los dos sentidos; en una banda de 0.80 m de ancho que se adapta a los cultivos conducidos en espaldera. El área del interfilar no recibe agua. La lámina de agua que se aplica al cultivo, es la recomendada para la aspersión. Los regadores se instalan distanciados a 5 m entre sí, en todas las filas del cuadro a 0.50 m sobre el nivel tope de las plantas.

Las necesidades de agua por ha total de cultivo son muy inferiores a las necesarias para los métodos antes mencionados. Para una plantación de manzano, con un distanciamiento de 4 m entre filas, se requerirán 7.5 m³/ha/h de agua. Esto significa un 25% de la lámina a aplicar en un sistema clásico.

En una noche de helada radiativa, se forma hielo sobre las plantas y se satura de humedad el ambiente, en la franja mojada por los flippers. En el interfilar, durante el transcurso de la helada, la tem-



peratura continuará descendiendo, sin producirse la saturación de humedad del aire, al no recibir agua. Cada fila de plantas sufre el efecto de “borde”, desde los interfilares adyacentes, por la diferencias de temperatura y humedad, entre ambas situaciones. Es una condición similar al efecto de borde que sufren las plantas situadas en los extremos de los cuadros con aspersión, desde los cuadros sin protección. El riesgo de daños por frío se puede producir, si se levanta una brisa, donde cada fila de plantas sufrirá una advección de aire no saturado desde el interfilar.

8.2.11. La aspersión bajo copa

Es un método de defensa basado en la aplicación del agua de aspersión al suelo, sin realizar el mojado de las plantas a las que se quiere proteger. El calor de fusión que se libera al formarse el hielo en la superficie del suelo, se transmite a éste por conducción manteniéndolo en temperaturas próximas al 0 °C. Es necesario aportar las calorías que compensen las 900.000 kcal/ha/h que se pierden por radiación. Esto se logra aplicando una lámina de 1.1 mm/h, es decir un caudal de 11 m³/ha/h.

La intensificación del enfriamiento en los cuadros protegidos se



Fotografía N° 28 - Aspersión bajo copa en ciruelo cv. Autumn Giant

origina por entrada de frío desde los contornos. Sin embargo, la compensación de esta energía, no se considera. Las limitaciones de control sobrevienen cuando se producen heladas de mediana intensidad, es decir, con temperaturas por debajo de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, esta situación no lo hace recomendable para utilizar en fruticultura.

En viticultura, dada la mayor frecuencia de heladas de baja intensidad, es factible emplearlo. En la espaldera de vid, por la baja altura en que se ubican las yemas y brotes, es conveniente usar un miniaspersor o un microaspersor, en lugar de un aspersor mediano, para evitar mojar los órganos sensibles durante la operación.

8.3. La calefacción antihelada

En el monte frutal, la transmisión del calor liberada por un calefactor hacia las plantas, el aire y el suelo se realiza a través de los siguientes mecanismos:

a) **convección del aire**, el que al calentarse pierde densidad y asciende en altura, cuyo espacio primario es reemplazado por el aire frío más denso.

b) **radiación** de energía de onda larga.

c) **conducción por contacto** directo entre una superficie caliente y otra más fría.

En la región, la calefacción de los montes frutales se realiza con recipientes simples, que queman combustible a fuego libre y con calefactores más eficientes, con chimenea y retorno del combustible mal quemado. Los combustibles más empleados son el fuel-oil y las mezclas en proporciones variadas de fuel-oil con gas-oil (IFO).

La **eficiencia** de la calefacción depende esencialmente de:

a) el **nivel del techo** de inversión nocturno dado que un “techo

bajo” redundará en un buen aprovechamiento del calor producido a través de la elevación de la temperatura en el ambiente. Lo contrario ocurrirá con un “techo alto”, en donde el calor producido se elevará en el espacio hasta la altura donde se produce la inversión térmica; con escaso aumento de la temperatura en las capas bajas. Este es uno de los motivos por los cuales es variable el calentamiento que se produce, empleando la misma densidad de calefactores y el mismo combustible, en dos noches de control.

b) **La superficie a proteger.** Porque las pequeñas superficies, del orden de una a dos hectáreas son mucho más difíciles de defender que superficies mayores. Se deberá gastar más combustible para mantener la temperatura en los valores deseados, incide en esto la relación del área protegida, con el área contigua no protegida (efecto borde) en la entrada de frío por advección-convección.

c) **El tamaño de los focos o fuentes de calor.** El uso de focos de fuego de gran tamaño genera el denominado “efecto chimenea”, donde gran parte del calor producido se dirige al espacio por convección del aire, el que no es aprovechado para el calentamiento de las plantas.

8.3.1. El calefactor “Lazy-Flame”



Fotografía N° 29 - Calefactor “Lazy Flame”

Es un modelo de forma cilíndrica, con una capacidad de 38 l para combustibles líquidos. Consta de chimenea y regulación para el tiraje del aire.



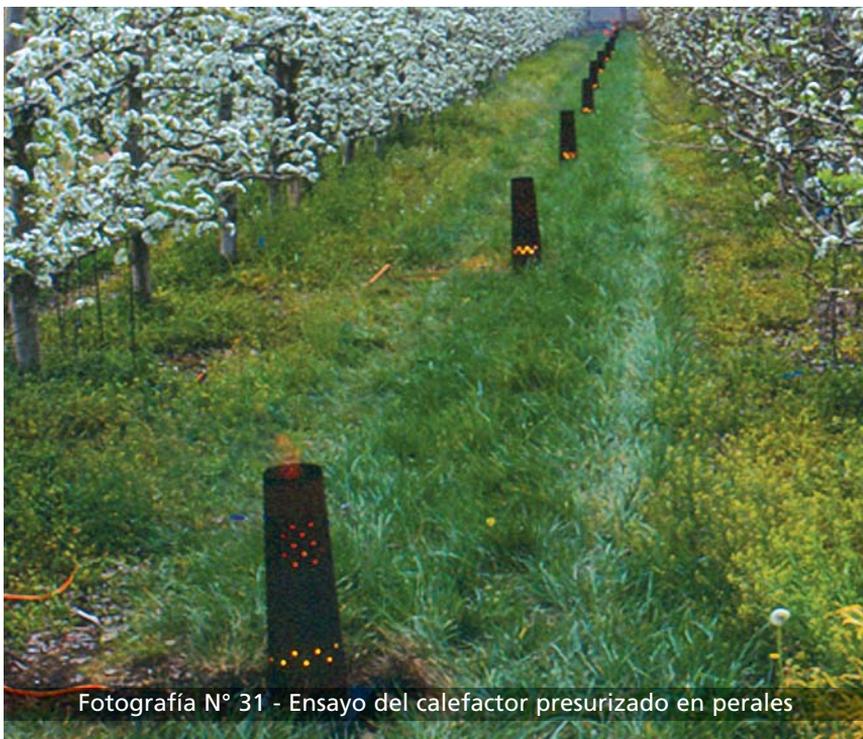
Fotografía N° 30 - Ensayo del calefactor Lazy Flame en perales

En ensayos de laboratorio que se realizaron para calefactores en la Facultad de Ingeniería de la U.N. del Comahue se evaluaron los siguientes parámetros:

- la temperatura del aire en la cámara de laboratorio.
- la temperatura de la llama a la salida de la cámara de combustión.
- la concentración de los gases componentes producto de la combustión.
- el consumo de combustible con registro permanente del peso del aparato durante la combustión.
- la capacidad de calefacción como energía liberada por radiación y convección.
- el rendimiento obtenido como coeficiente entre el calor liberado y el poder calorífico inferior del combustible.
- los combustibles IFO 70/30 y gas-oil, corresponden a los ítems a y **b**, respectivamente en la tabla siguiente.

Tabla N° 23 - Resultado de ensayo con los combustibles IFO 70/30 y Gas - Oil

Ensayo	Calefactor	
	a	b
Temperatura aire (°C)	17	21
Temperatura combustible (°C)	Sin dato	Sin dato
Temperatura llama (°C)	950	905
Relación aire - combustible	20	19.6
Exceso de aire (λ)	1.51	1.51
Consumo de combustible (Kg/h)	1.53	2
Concentración de O ₂	6.8	6.8
Concentración de CO ₂	9.1	9.1
Capacidad de (Kcal/h)	8952	11015
Rendimiento (% de PCI-10129 Kcal/Kg)	57.8	54.4



Fotografía N° 31 - Ensayo del calefactor presurizado en perales



Fotografía N° 32 - Calefactores "Lazy Flame"

Ensayos a campo

Se realizaron en la EEA Alto Valle, en el año 2001, en un cultivo de perales en espaldera. Los calefactores se ubicaron a 12 m x 12 m, en tresbolillo, en la tabla del monte frutal. En los bordes sur y oeste se dispuso el 20% del total de los calefactores del ensayo. Como combustible se empleó la mezcla de gas-oil en el 70% y fuel-oil en 30% (IFO 70/30).

Tabla N° 24 - Ensayo calefactor Lazy Flame

ENSAYO CALEFACTOR LAZY FLAME -DIA 16/9/200 (TEMPERATURA °C)				
Hora	Area Testigo	Area Tratamiento		
	Sensor N°	Sensor N°	Sensor N°	Sensor N°
	5	2	7	6
3,00	-1,0	-0,9	0,4	-1,6
3,15	-1,0	-1,0	0,2	-1,5
3,20	-1,6	-1,2	0,1	-1,9
3,30	-1,6	-1,2	0,0	-1,8
3,40	-1,6	-1,2	-0,1	-1,8
3,50	-1,7	-1,2	0,0	-2,0
4,00	-1,8	-1,1	0,6	-1,8
4,10	-1,8	-1,0	0,7	-1,7
4,20	-2,0	-1,4	0,7	-2,0
4,30	-1,9	-1,6	0,8	-2,0
4,40	-2,4	-1,8	0,9	-2,1
4,50	-2,2	-1,8	1,0	-1,8
5,00	-2,0	-1,9	1,1	-1,6
5,10	-2,3	-2,0	1,2	-1,3
5,20	-2,5	-2,0	1,2	-1,3
5,30	-2,4	-2,0	1,1	-1,3
5,40	-2,6	-2,0	0,9	-1,5
5,50	-2,6	-2,3	0,8	-1,5
6,00	-2,8	-2,3	0,8	-1,6
6,10	-2,1	-2,1	0,8	-1,0
6,20	-1,6	-1,7	0,8	0,6
6,30	-1,6	-1,5	0,9	0,3
6,40	-1,5	-1,2	1,0	0,5
6,50	-1,7	-1,4	0,9	0,3
7,00	-1,4	-1,4	0,7	0,2
7,10	-1,0	-1,1	0,7	-0,2
7,20	-0,8	0,5	1,0	0,5
7,30	0,6	1,4	1,3	1,4

PUESTA EN MARCHA: 4 HS

APAGADO: 7 HS 30 MINUTOS

La máxima diferencia de temperatura obtenida entre el área de tratamiento y el testigo fue de 3-6 °C a la hora 6 (sensor N° 7 y N° 5). Este calefactor mostró buena eficiencia de calentamiento en el ensayo. Es de fácil manejo en la regulación del tiraje del aire y en el apagado.

Manejo de la calefacción

Para el uso de la calefacción, en cualquiera de las variantes que disponen los productores, se recomienda:

1) utilizar el termómetro en IA instalado a la altura de las primeras flores.

2) observar la velocidad del descenso térmico a partir de horas previas al inicio de la defensa.

3) tener calculado el tiempo de la operación de encendido. El tiempo medio es de alrededor de 20 minutos/ha/persona.

4) conocer la temperatura de resistencia al frío del cultivar en el día de la defensa.

5) comenzar con el encendido de los calefactores en los bordes sur y suroeste de la chacra, y luego continuar prendiendo fila por medio en el interior del monte.

6) posteriormente, tomar la temperatura dentro del monte calefaccionado y, si se mantuvo igual que antes de comenzar, esperar hasta que reinicie el descenso. Pero, si la temperatura continuó en descenso, se sigue encendiendo el resto de los calefactores.

7) con respecto a la abertura de entrada del aire en el calefactor, comenzar con la mínima apertura (1/3) e ir aumentándola hasta el amanecer.

8) tener en cuenta que a medida que disminuye el nivel de combustible en los calefactores, desmejora la combustión por falta de oxígeno. Asimismo, los aportes de calorías al monte frutal deben ser crecientes, desde el encendido hasta el amanecer.

9) apagar los calefactores cuando aumenta la temperatura y se alcanza el mismo valor que se tomó para el encendido.

Recomendaciones:

- mantener los calefactores tapados durante la temporada primaveral para evitar la entrada de agua de lluvia.

- colocar los calefactores en el campo sobreelevados del nivel de riego, sobre un bordo o sobre ladrillos para evitar la oxidación de la chapa. Fuera de la temporada de uso, guardarlos vacíos, bajo techo evitando así el deterioro y la deformación.



**Cuidamos su capital de trabajo tanto
como usted cuida su fruta**

Granizo
max
FRUTALES

**Seguro Contra Granizo
de máxima cobertura**

Vimos antes que nadie lo que su chacra necesita para crecer. Por eso, fuimos los primeros en Latinoamérica en cubrir heladas en frutas y ahora con el Nuevo Granizo Max Frutales puede:

- Recibir una indemnización del 100% del valor de la producción con el Seguro Contra Granizo cuando el daño de campo supere el 60%.
- Cobrar rápidamente en caso de siniestro.
- Contar con una cobertura adaptada a su producto.
 - Tradicional (exportación + mercado interno + industrial)
 - Exportación.
- Cobertura de incendio sin costo.

Primera en lanzar al mercado el Cobro en Canje con Frutas.

**Sembrando innovación y compromiso,
cosechamos liderazgo.**

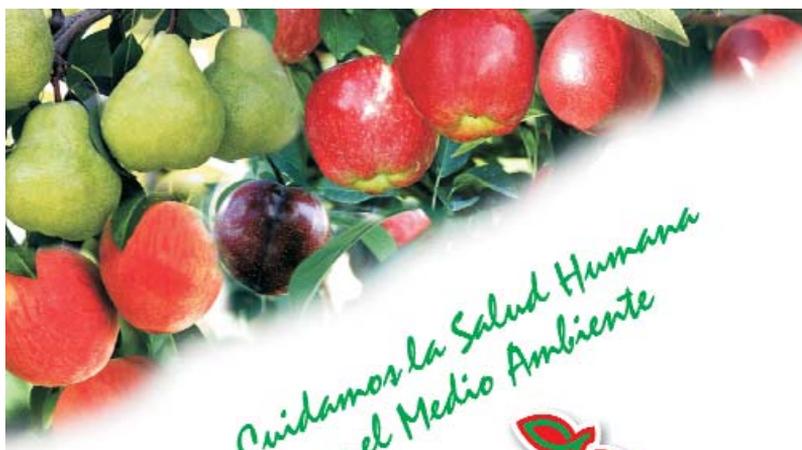
Consulte sin cargo al 0800 444 28500 o a su Productor Asesor de Seguros.

 **SANCOR
SEGUROS**

 **GRUPO SANCOR SEGUROS**

www.sancorseguros.com

Miguel Ángel Tassara



*Cuidamos la Salud Humana
y el Medio Ambiente*



PRODUCTORES ARGENTINOS INTEGRADOS S.A.

**CONSERVACIÓN DE FRUTAS
DE CAROZO Y
PEPITA EN EL VALLE
MEDIO DE RÍO NEGRO**



Ruta provincial N° 7, Km 2,7 - Parque Industrial
Ciudad de Luis Beltrán
TEL. (02946) 480 534

Email: friorent@ibap.com.ar

8.3.2. Sistema de calefacción con combustible presurizado

Este sistema mejora la combustión y hace más eficiente la calefacción del monte frutal con una menor contaminación ambiental. Se pueden utilizar combustibles refinados como el gas-oil o el kerosene.

El sistema consta de:

- Un depósito de combustible para gas-oil o kerosene, con capacidad para una noche de diez horas de defensa.
- Una bomba de combustible
- Una red de cañería principal enterrada y redes secundarias móviles (alas), que se apoyan en el suelo.
- Quemadores de chapa, con chimenea, en cuya base se ubica un inyector de combustible.

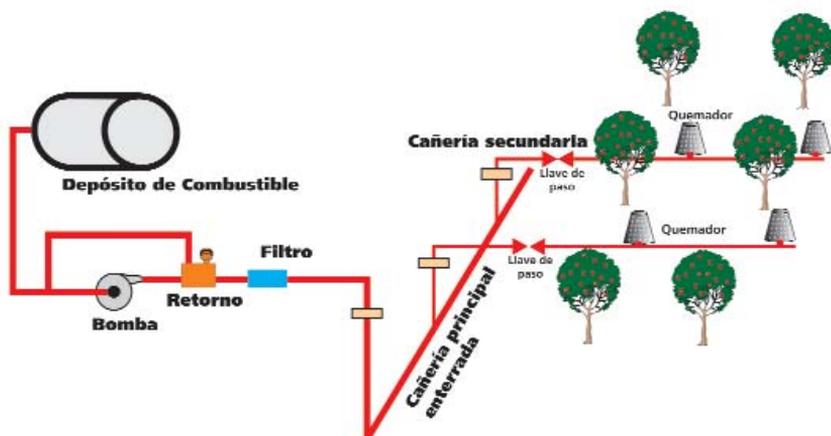


Gráfico 12 - Esquema de instalación de calefacción con combustible presurizado

La bomba impulsora de combustible puede ser accionada por la toma de fuerza del tractor o por un motor eléctrico. La regulación del combustible que entra al sistema, se realiza con una llave de

retorno al tanque, que se ubica a la salida de la bomba. La presión de trabajo del inyector es de 6 kg/cm².



Fotografía N° 33 - Encendido del sistema presurizado

Ventajas del sistema:

Empleo de un combustible de fácil obtención. Esto permite tener stock para una noche de defensa, considerando un seguro reaprovisionamiento de presentarse una helada.

- Fácil regulación del consumo de combustible, acorde a la demanda, por frío, del monte frutal.
- Escasa demanda de mano de obra.
- Fácil encendido, con escaso riesgo de apagado durante el funcionamiento.
- Posibilidad de automatizar el encendido.
- Mayor control de temperaturas extremas que con los clásicos métodos de calefacción.

- Bajo nivel de contaminación ambiental.
- Mejores condiciones de trabajo nocturno, en comparación a la calefacción clásica.
- Posibilidad de cubrir una superficie importante, alrededor de 10 ha, con cada unidad de bombeo.

Inconvenientes del sistema:

- Una mayor inversión respecto a otros métodos de calefacción, así como mayores costos horarios de funcionamiento.
- Necesario cumplimiento de las normas de seguridad.

Experiencias en la Región

En el Alto Valle y Valle Medio del río Negro, durante los años 1999, 2000 y 2001 se realizaron ensayos de defensa contra heladas en manzanos, perales y frutales de carozo. ⁽²⁸⁾ Los equipos utilizados fueron de marca Haltogel.

Ensayos de laboratorio: se ensayó el quemador marca Haltogel ⁽²⁹⁾ con el inyector marca Danfoss, usando gas-oil a una presión de trabajo de 6 kg/cm². Se midió el consumo de combustible, la temperatura de la llama, la concentración de gases de combustión, el consumo de aire y el rendimiento calórico. Los resultados se detallan en la tabla siguiente:

Tabla N° 25 - Ensayo de laboratorio del quemador HALTOGEL

Resultados	
Ensayo	HALTOGEL
Temperatura aire (°C)	10.6
Temperatura combustible (°C)	57
Temperatura llama (°C)	770
Relación aire – combustible	20.4
Exceso de aire (λ)	1.53
Consumo de combustible (Kg/h)	1.6
Concentración de O ₂ (%)	7
Concentración de CO ₂ (%)	8.95
Capacidad de (Kcal/h)	7601
Rendimiento (% de PCI-10129 Kcal/Kg)	46.9

Ensayos a campo: el equipo que se instaló en la chacra “La Gloria”, del Valle Medio, en el establecimiento de Miele S.A., en Chimpay, cubría 8.2 ha de ciruelos de los cvs.: Friar, Royal Zee, Howard Sun y Black Beaut en producción. Los quemadores se instalaron a 8 x 8 m en tresbolillo.

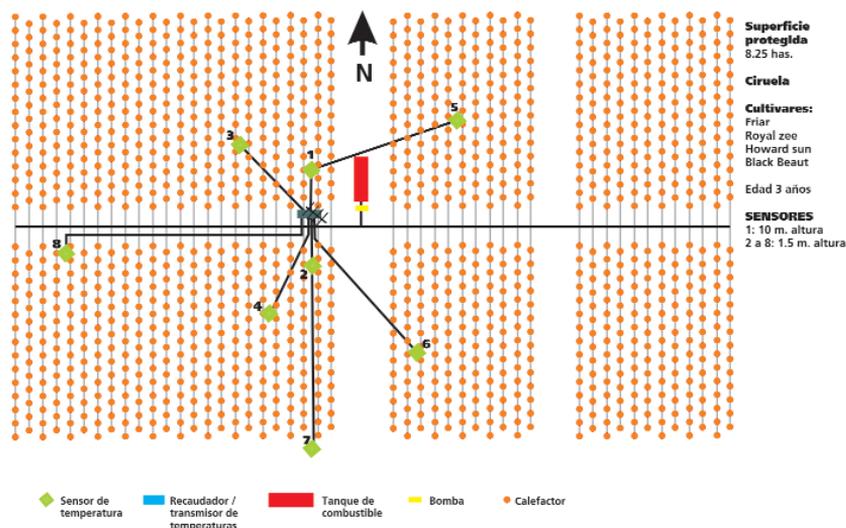


Gráfico N° 13: PLANO DE INSTALACIÓN EN LA CHACRA “LA GLORIA”

Como se observa en el plano, los sensores de temperatura en IA numerados como 2, 3, 4, 5 y 6 se instalaron en la zona de tratamiento calefaccionado y el N° 7 en un cuadro del testigo.

El día 12 de septiembre del 2000 se realizó un ensayo del sistema entre la 1 hs. y las 8 hs. En la Tabla N° 24 se incluyen los resultados obtenidos. Pueden observarse los registros de temperaturas de la zona tratada (2 al 6) como temperatura promedio de los sensores de la zona testigo ⁽⁷⁾ y la diferencia térmica entre ambas áreas.

TABLA N° 26: REGISTRO DE TEMPERATURAS EN ÁREAS TRATADAS Y TESTIGO

Temperatura °C				
Fecha	Hora	Presurizado (2 al 6)	Testigo (7)	Diferencia Pres-Test
12-Sep-00	00:00	-0,5	-0,4	-0,1
	00:30	-0,5	-0,5	0,1
	01:00	-1,3	-1,5	0,2
	01:30	-0,8	-1,7	0,9
	02:00	-0,9	-1,8	0,9
	02:30	-0,6	-2,5	1,9
	03:00	-0,7	-2,5	1,9
	03:30	-1,0	-2,6	1,6
	04:00	-1,3	-3,0	1,8
	04:30	-0,9	-3,0	2,2
	05:00	-1,1	-2,9	1,8
	05:30	-0,5	-2,7	2,2
	06:00	-0,6	-2,2	1,6
	06:30	-0,3	-1,8	1,5
	07:00	0,1	-1,6	1,7
	07:30	0,5	-1,5	2,0
	08:00	0,9	-0,4	1,2
	08:30	0,9	0,4	0,5
	09:00	1,6	1,2	0,5

Encendido: 01:00 hasta 08:00 100%

Se observa que a las 4:30 hs se logró una elevación máxima de temperatura de 2.2 °C entre el área protegida y la testigo. El resto del tiempo se elevó la temperatura entre 0.9 °C y 2 °C.

Chacra " La Gloria" (12 de setiembre 2000)

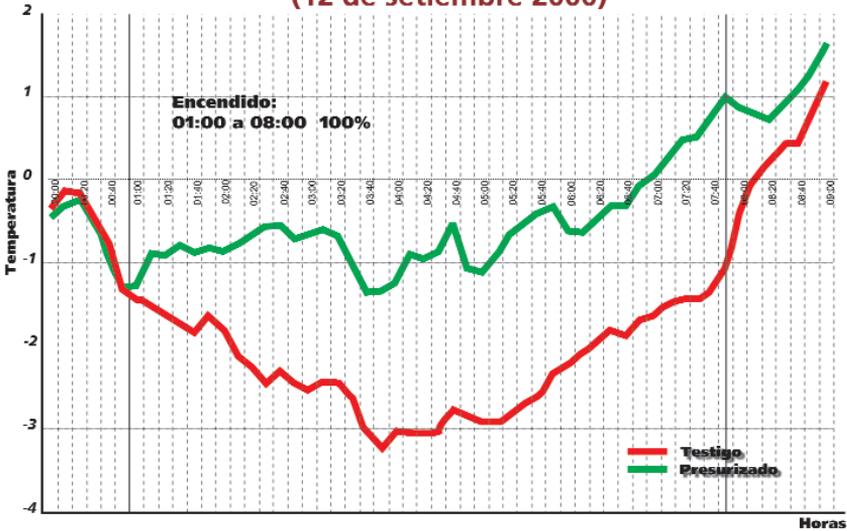


Gráfico N° 14: EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS DURANTE LA DEFENSA

Otro ensayo de defensa se realizó el 24 de setiembre del 2000, con el mismo equipo. Funcionó desde las 3:00 hs hasta las 3:45 hs con el 50% de calefactores encendidos y desde 3:45 hs hasta las 7:30 hs con el 100% prendido. Se logró una elevación máxima de temperatura de 3 °C, entre el área tratada y la testigo a las 7:10 hs, como se observa en la tabla siguiente:

TABLA N° 27 : REGISTRO DE TEMPERATURAS EN ÁREAS TRATADAS Y TESTIGO

Temperatura °C				
Fecha	Hora	Presurizado (2 al 6)	Testigo (7)	Diferencia Pres-Test
24-Sep-00	02:00	0,0	0,0	0,1
	02:10	0,0	0,1	-0,1
	02:20	-0,2	-0,2	0,0
	02:30	-0,5	-0,4	-0,2
	02:40	-0,5	-0,7	0,2
	02:50	-0,7	-0,7	0,0
	03:00	-0,6	-0,9	0,3
	03:10	-0,4	-0,5	0,2
	03:20	0,5	0,0	0,6
	03:30	1,1	0,2	0,9
	03:40	1,2	-0,1	1,3
	03:50	1,4	-0,2	1,7
	04:00	1,7	-0,2	1,9
	04:10	1,8	-0,3	2,0
	04:20	1,1	-0,9	2,0
	04:30	1,5	-0,4	1,8
	04:40	1,8	-0,4	2,1
	04:50	1,7	-0,1	1,8
	05:00	1,8	-0,3	2,1
	05:10	1,9	-0,5	2,4
	05:20	2,0	-0,9	2,8
	05:30	1,7	-0,9	2,7
	05:40	1,5	-0,8	2,3
	05:50	1,4	-0,7	2,1
	06:00	1,3	-1,2	2,5
	06:10	1,3	-1,0	2,3
	06:20	1,2	-0,8	2,0
	06:30	1,6	-0,7	2,3
	06:40	2,0	-0,6	2,6
	06:50	1,8	-0,7	2,5
07:00	1,6	-1,0	2,7	
07:10	1,7	-1,3	3,0	
07:20	2,0	-1,0	3,0	
07:30	2,2	-0,2	2,4	

Encendido: 03:00 hasta 03:45 50% de los calefactores del equipo
 03:45 hasta 07:30 100% de los calefactores del equipo

Chacra " La Gloria" (24 de setiembre 2000)

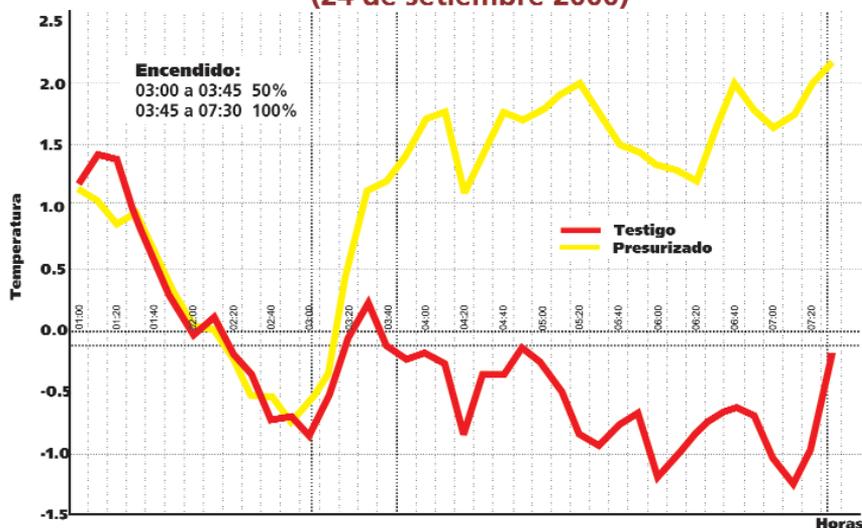


Gráfico N° 15: EVOLUCIÓN DE TEMPERATURAS DURANTE LA DEFENSA

Conclusiones:

Los ensayos realizados con el sistema presurizado permiten:

- la máxima elevación de temperatura lograda fue de 4.5 °C entre el tratamiento con calefacción y el testigo.
- el encendido de los calefactores es rápido y se efectúa con un mínimo de tres personas: el operador del sistema de bombeo es quien también realiza la apertura de las alas con los calefactores y dos operarios que los encienden.
- el aporte de energía calórica, al monte frutal, es fácilmente regulable, en correspondencia al enfriamiento que se registra en el monte. Se comienza con el encendido alternado de las alas de los calefactores, para luego con la intensificación del enfriamiento, continuar con el encendido total.

Evaluación de la contaminación ambiental

En un equipo presurizado instalado en la EEA Alto Valle (INTA 1)⁽³⁰⁾, durante el año 2001 se evaluaron los siguientes parámetros en el aire:

- * Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- * Dióxido de azufre (SO₂)
- * Monóxido de carbono (CO)
- * y material particulado en suspensión (TSP.)

Para el análisis de NO₂ y SO₂ se recogieron muestras con un caudal de aire de 0.5 l/minuto sobre soluciones "absorvedoras".

Para la determinación del NO₂ se empleó el método D 1607-88.

Para la determinación del SO₂ el método 2914-90 ASTM.

Para el CO se analizó por análisis cromatográfico.

Para el material particulado en suspensión (TSP) se utilizó "muestreador" de alto volumen de 1.7 m³/minuto sobre filtros de cuarzo.

La determinación de TSP se efectuó por el método "gravimétrico". Se observan los resultados en la siguiente tabla.

TABLA N° 28: ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Evaluación Equipo INTA 1				
Lugar	NO₂ (Mg./m³)	SO₂ (Mg./m³)	CO (Mg./m³)	TSP (Mg./m³)
1	2.3	10.4	< 57	81
2	10.9	14.7	--	--

Se concluye que los valores de estos parámetros se encuentran por debajo de los niveles guía de calidad del aire para períodos cortos de exposición. El sitio de muestreo, a 1.5 m de altura no es representativo de los contaminantes analizados a mayor altura, es orientativo de las condiciones laborales de los operarios.

8.3.3. Métodos de mezcla del aire de las capas bajas atmosféricas

Estos métodos se basan en producir la mezcla del aire caliente que se encuentra entre los 10-15 m de altura, con el más frío situado en niveles cercanos al suelo.

De esta manera, resulta un aumento de la temperatura a la altura de las plantas, evitándose así el daño por frío. Se aprovechan los gradientes de temperatura (diferencias de la temperatura entre alturas) de 10 a 15 m y próximas al suelo que se producen durante las noches de helada radiativas. Estos gradientes se forman con mayor intensidad en terrenos planos y en el fondo de los valles.

Los métodos más difundidos en el mundo son los grandes ventiladores y los helicópteros. ⁽³¹⁾

Los grandes ventiladores: son aparatos cuyo eje de hélice se encuentra a una altura media de 10 m, con un ángulo de 7 °C respecto a la horizontal. El diámetro de la hélice es de alrededor de 5 m y gira a 700 rpm, El tiempo de rotación del aparato es de 5' en los 360°.

El motor tiene una potencia de 150 hp y está instalado en la base de la estructura. Cuenta con transmisión cardánica en el interior de un caño de 20 pulgadas de diámetro. En general, el alcance del movimiento del aire llega a una distancia entre 100 a 120 m del aparato. La superficie media de cobertura es de aproximadamente 3.5 ha.



Fotografía N° 34 - Ensayo del ventilador en cerezos en Vista Alegre (Neuquén)

Experiencias regionales:

En el área de Vista Alegre, Provincia de Neuquén, entre 1994 y 1996 se realizaron pruebas experimentales ⁽³²⁾ con dos ventiladores marca Orchard Rite de origen norteamericano. Uno de éstos se instaló en el área del "valle", en un cultivo de perales y el otro en una zona contigua de "meseta", en un cultivo de cerezos.

En torres termométricas, ubicadas en las áreas de ensayo y testigo de cada aparato, se registraron las temperaturas a 1,5 m, 10 m y 15 m de altura. Esto permitió conocer los gradientes térmicos nocturnos.

TABLA N° 29: Gradientes de temperatura 1,50 y 10 m

Gradientes Máximos (°C) (Entre 1.50 m. y 10 m.) Vista Alegre área Valle		
Gradiente °C - Clase	Frecuencia	%
Inferior a 2°	4	12.5
2 a 3	3	9.4
3 a 4	5	15.6
4 a 5	2	6.2
Superior a 5	18	56.2

TABLA N° 30 - Gradientes de Temperatura 1,50 y 15 m

Gradientes Máximos (°C) (Entre 1.50 m. y 15 m.) Vista Alegre área Valle		
Gradiente °C - Clase	Frecuencia	%
Inferior a 2°	5	15.6
2 a 3	1	3.1
3 a 4	2	3.1
4 a 5	7	21.9
Superior a 5	18	56.2

En las tablas 27 y 28 resulta de interés que los % de noches con gradientes máximos superiores a 4 °C, que son interesantes de disponer, son mayores entre 1.5 y 15 m que entre 1.5 y 10 m son 62.4% y 78.1%, respectivamente.

En la primavera de 1993 se instalaron las torres termométricas antes mencionadas, pero no se instalaron los ventiladores.

Se muestran a continuación los gráficos (N° 16 y 17) de los registros térmicos en las torres a tres alturas: 1.5, 10 y 15 m; de los días 29/9/1993 y 30/9/1993.

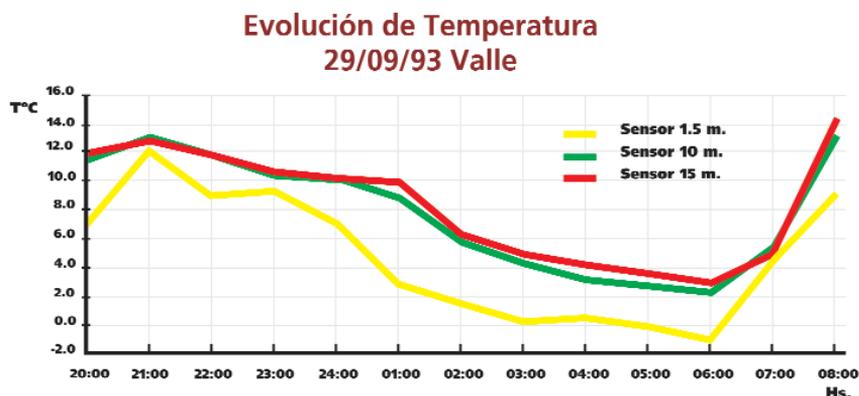


Gráfico N° 16

Evolución de Temperatura 30/09/93 Valle

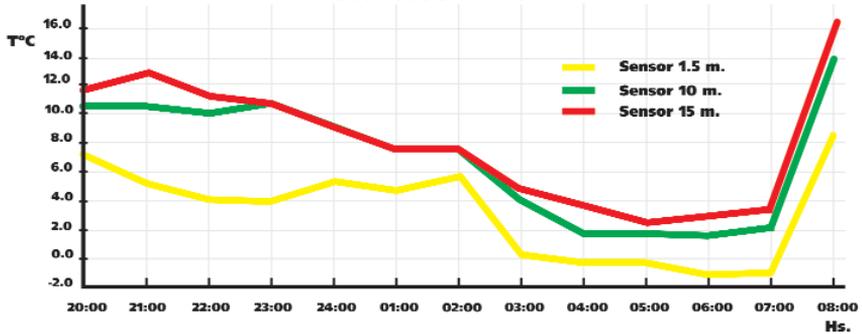


Gráfico N° 17

En 1993, durante las noches de condiciones de enfriamiento,^(a) los porcentajes de gradientes máximos son de 5 °C o superior de temperatura. Estos gradientes térmicos, se consideran en generales importantes y adecuados para emplear algún método de remoción del aire.

Ensayos en la temporada de 1995

El 27 de septiembre de 1995, se ensayaron los dos aparatos, durante una helada, en que se registraron -3.8 °C de temperatura mínima en el testigo del área "valle". Los registros de temperatura se pueden observar en las siguientes tablas:

^(a) Noche de enfriamiento: son las noches en las que la temperatura mínima registrada a 1.5 m es igual o inferior a 4 °C.

TABLA N° 31: ENSAYO DE VENTILADOR EN EL ÁREA DE "VALLE"

Temperatura en Tratamiento y Testigo							
Area: Valle							
Puesta en marcha: 00:30 hs.							
Fin de operación: 08:15 hs. 27-Sep-95							
Fecha	Hora	Testigo		Tratamiento: Distancia (m) del aparato			
		15 m	1.5 m	30 m	60 m	90 m	120 m
26-Sep	20:00	9.1	3.7	5.2	3.7	2.5	3.2
	21:00	5.3	0.0	0.4	-0.2	-0.4	0.0
	22:00	5.3	0.9	1.2	0.0	-0.7	0.0
	23:00	4.9	-0.7	-0.5	-1.3	-2.0	-1.6
	24:00:00	4.2	0.0	2.0	2.7	0.8	-0.5
27-Sep	01:00	2.4	-0.9	1.8	2.2	-0.1	-0.8
	02:00	1.4	-0.8	-0.1	0.0	-0.1	-1.7
	03:00	0.3	-1.4	-0.1	0.2	-1.5	-2.1
	04:00	0.0	-2.4	-1.2	-1.0	-2.2	-3.0
	05:00	-0.9	-3.3	-1.6	-2.1	-2.7	-3.1
	06:00	-2.0	-3.8	-1.9	-2.5	-3.4	-4
	07:00	1.1	-2.9	0.4	-0.6	-0.9	-1.1
	08:00	2.3	-0.5	2.0	1.7	-0.9	1.6

Se constata una influencia del ventilador, hasta los 90 m de radio (distancia desde ventilador), con un moderado incremento de la temperatura en esa área. A los 120 m de radio del aparato, las temperaturas que se observan son inferiores a las del área testigo sin comprobarse los efectos del aparato.

TABLA N° 32: ENSAYO DEL VENTILADOR EN EL ÁREA DE "MESETA"

Temperatura en Tratamiento y Testigo											
Area: Meseta											
Puesta en marcha: 02:15 hs.											
Fin de operación: 09:00 hs. 27 - Sep-95											
Fecha	Hora	Testigo		Tratamiento: Distancia (m) del aparato							
		15 m	1.5 m	SO		NE		NO		SE	
				30	60	90	30	60	90	30	90
26-Sep	20:00	9.7	9.6	8.9	10.6	9.7	9.7	8.1	9.9	10.0	10.3
	21:00	8.0	4.8	4.5	3.8	4.9	4.9	3.4	7.8	5.0	8.1
	22:00	9.7	1.9	3.0	2.1	3.0	3.1	1.6	6.2	3.4	6.1
	23:00	4.9	2.1	0.6	0.1	2.0	2.0	-0.7	4.1	0.7	1.7
	24:00:00	5.5	0.1	-0.6	-1.3	1.4	-0.1	-1.6	1.8	-0.8	0.8
27-Sep	01:00	2.8	1.3	-0.5	-0.7	1.3	-0.5	-0.5	1.9	-0.8	1.2
	02:00	2.0	-0.6	-2.2	-2.8	-0.8	-2.5	-2.0	1.7	-4.7	0.0
	03:00	3.4	-2.1	-0.3	-3.2	-1.9	0.6	2.7	2.5	2.6	1.6
	04:00	1.1	-0.8	-0.2	-1.6	-0.1	-0.2	2.4	1.4	2.5	1.5
	05:00	-1.3	-1.6	-1.4	-3.4	-1.0	-1.5	-1.6	-0.3	-2.4	-0.3
	06:00	-1.4	-2.0	-2.7	-4.1	-2.6	-2.7	-0.7	0.0	-3.8	-1.2
	07:00	-1.6	-1.7	-1.9	-2.8	-1.3	-1.6	-0.8	0.7	-2.0	-1.0
	08:00	-1.5	-1.7	-1.2	-2.1	-0.4	-1.4	-1.5	0.6	-2.2	-0.5

Se produjeron escasos gradientes térmicos entre 1.5 y 15 m durante la operación de control de la helada. El efecto de la mezcla del aire no produjo aumento de la temperatura, salvo en algunos sectores al este del aparato. A los 60m de distancia en dirección suroeste del ventilador, la temperatura fue inferior a la del área testigo.

TABLA N° 33: EVALUACIÓN DE DAÑOS POR HELADA EN EL ÁREA DE “MESETA”

Evaluación de Daños		
Area: Meseta Cerezo: Bing10 Oct-95		
Distancia del Ventilador (m)	Dirección	Frutos Helados (%)
30	Oeste	17
60	Oeste	30
90	Oeste	9
30	Suroeste	60
60	Suroeste	76
90	Suroeste	39
120	Suroeste	53

Se observa en general que los porcentajes de daño en los frutos de cerezo, se corresponden con las temperaturas registradas en la tabla anterior. Los daños son mayores al suroeste que al oeste del ventilador.

TABLA N° 34: EVALUACIÓN DE DAÑOS POR HELADA EN EL ÁREA “VALLE”

Evaluación de Daños	
Area: Valle Peral cv. Packams 10-Oct-95	
Distancia del Ventilador (m)	Frutos Helados (%)
30	5
60	4
90	23
120	29
Torre termométrica en testigo	64

Los porcentajes de daños registrados en los frutos de pera cv. Packam's Triumph son crecientes a medida que se distancia del ventilador. En el área testigo los daños fueron muy superiores a los evaluados hasta 120 m del aparato.

Temporada de Heladas de 1996

TABLA N° 35: GRADIENTES TÉRMICOS MÁXIMOS EN EL ÁREA DE "MESETA"

Gradientes Térmicos Máximos (°C) – 1996					
Area: Meseta					
Grado	2 e Inferior	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 y Mayor
Torre Testigo (%)	55	11	13	6	15
Torre Tratamiento (%)	50	13	11	4	22

Se observa que la mitad de los gradientes máximos registrados en el área de meseta son de 2 °C ó menores. Son poco frecuentes los gradientes importantes, superiores a 4 °C; que den garantía al empleo de ventiladores.

Los **ensayos** realizados **con los ventiladores Orchard Rite** mostraron un limitado aumento de temperaturas en el cultivo. El máximo efecto se logró en un radio de 60 m del aparato. Los gradientes térmicos observados entre 1.5 y 15 m de altura, en las noches con condiciones de helada, fueron de mediana intensidad. Los gradientes térmicos son más importantes y frecuentes en el área de valle que en área de meseta.

En este ensayo se hizo funcionar sólo el ventilador removiendo el aire, sin el complemento de calor, comprobándose que el ventilador sólo no garantiza un eficiente control de heladas. El comportamiento técnico-mecánico de los aparatos fue muy satisfactorio.

La calefacción con el caloventor

El caloventor es una máquina móvil, arrastrada por un tractor en la que se quema gas propano y una turbina impulsa el aire caliente al monte frutal durante la helada.

En la década de 1970 se importó a la región desde Dinamarca, el caloventor marca Klimaparaply, de arrastre, para tractor. Producía calor con la combustión de gas propano y se agregaba agua finamente pulverizada a la corriente de aire que era impulsado por una turbina doble a ambos lados de la máquina.

Durante los años siguientes a la primera importación, el Instituto de Investigaciones Aplicadas (INVAP), en Bariloche, fabricó caloventores de distinta potencia, los prototipos llamados SAM 45 y 60. Luego en 1997 se fabricó en Chile el modelo Lazo-Frost Dragon que iba montado sobre los tres puntos del tractor, con capacidad para seis tubos de gas propano. Tres años más tarde, en Europa y bajo licencia de Lazo, se montó un modelo con algunas adaptaciones a las condiciones de trabajo en pequeñas chacras de la Comunidad Económica Europea. Simultáneamente, se construyeron, para Argentina, en Mendoza.

Este modelo de Lazo aporta aire caliente al medio ambiente, producido por la combustión de gas propano envasado en tubos de 40 Kg. El aire es impulsado por dos turbinas hacia ambos lados del sentido de marcha del tractor. El aporte de calor que se realiza es del orden de 600.000 kcal/hora. La mezcla del aire que producen las turbinas rompe la estratificación del aire frío. Según el fabricante, la máquina debe circular, de acuerdo a un diagrama nocturno, que parte de un punto 0, por el interfilar de las plantas cada 60 m, a una velocidad de 7 km/h. Se deben reiterar los pasajes, por los mismos sitios, cada 10 minutos, que es el tiempo en el cual se reconstituye el gradiente térmico, en el monte frutal. Con éste esquema de trabajo se puede realizar una cobertura de 10 ha en cultivo.

En ensayos realizados en el mundo, como en la Estación Experimental de Gorsem, en Bélgica, se ensayó el calovertor en el año 2001⁽³³⁾ en un cultivo de perales cv. Conference y en manzano cv. Jonagold.

Los resultados de la temporada 2003, son los más importantes realizados hasta el presente. Las temperaturas se registraron a 1.5 m de altura, en el lugar donde pasa la máquina, y a distancias de 10, 20 y 30 m hacia uno de los lados camino de pasaje. En el área testigo, se registró la temperatura a la misma altura. También se cuantificó la humedad relativa ambiente en ambas áreas. En la primera quincena de abril de 2003 se produjeron cinco heladas, cuando el cv. Conference estaba fenológicamente en estado E (botón blanco) y el cv. Jonagold en C (puntas verdes). Analizando la helada del 8/4/03, la temperatura mínima alcanzó los $-5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el testigo y $-6.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el tratamiento, como se observa en el Gráfico N° 18. Los aumentos de temperatura producidos por la máquina fueron, en general, entre $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

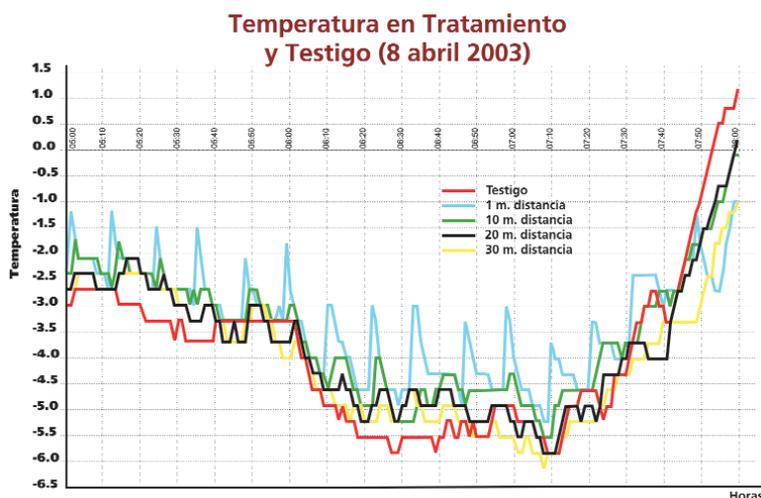


Gráfico N° 18: TEMPERATURAS EN EL TRATAMIENTO Y TESTIGO 8 ABRIL 2003

Se evaluaron los daños por heladas en Jonagold durante la floración, mostrando en su última fecha de análisis el 14/4 un 62 % de daños en el testigo y entre el 50 - 67% en los diferentes sitios del tratamiento.

TABLA N° 36

Evaluación de Daños en Diferentes Momentos Cv. Jonagolg % Flores Dañadas 2003				
Fecha	07-Abr	08-Abr	09-Abr	14-Abr
Lugar				
Testigo	10.71	46.15	76.67	61.90
Tratado	1.56	1346	38.18	
Pasaje máquina				50.20
10 m. Máquina				55.10
20 m. Máquina				51.30
30 m. Máquina				67.10

En la cosecha se evaluaron el número de frutos por árbol y los frutos afectados por frío (% de deformaciones + russetting) en los diferentes lugares del tratamiento y en el testigo. En el testigo, estas afectaciones fueron superiores al 30%, mientras que en el área tratada fueron inferiores al 10%.

TABLA N° 37: EVALUACIÓN DE COSECHA EN CV. JONAGOLD JULIO 2003

Evaluación de Cosecha Cv. Jonagolg				
	Tratamiento		Testigo	
	Nº Frutos Arbol	% Defor+Russet	Nº Frutos Arbol	% Defor+Russet
Pasaje Máquina	774	12.6	45	32.4
10 m. Máquina	60.6	8.6		
20 m. Máquina	61	8.2		
30 m. Máquina	44	10.9		

CAPÍTULO 9. LAS BACTERIAS “GLACIÓGENAS” Y SU RELACION CON EL DAÑO POR FRÍO

En Estados Unidos se estudió la correlación entre la presencia de algunas bacterias como *Pseudomonas Siringae* y *Erwinia herbícola*, en los tejidos de algunas plantas, con los daños por frío. Se comprobó que los tejidos de los árboles con bacterias glaciógenas se hielan más fácilmente que aquellos que no las tienen. ⁽³⁴⁾

En la mayoría de las plantas de clima templado se encuentran, durante la primavera, *Pseudomonas Syringae pv syringae*.

De acuerdo al proceso de sobrefusión descrito anteriormente, los tejidos pueden soportar temperaturas extremas bajo cero °C, sin que se forme hielo, por la ausencia de los núcleos de condensación necesarios para iniciar el proceso. No se producen por lo tanto, daños por frío.

Las bacterias actúan como núcleos de condensación, es decir que su presencia favorece la ruptura de la sobrefusión y la formación de hielo. Se produce consecuentemente daño por frío.

En investigaciones realizadas en vid, en Francia, se ha comprobado la existencia de una correlación entre el tenor de *Pseudomonas Syringae* y la temperatura de ruptura de la sobrefusión ⁽³⁵⁾. Como se observa en el gráfico siguiente, en las altas concentraciones de bacterias (log tenor superior a 6), la temperatura de ruptura es -1.5 °C. Para tenores bajos de bacterias (log inferior a 2), la temperatura de ruptura es cercana a -7 °C.

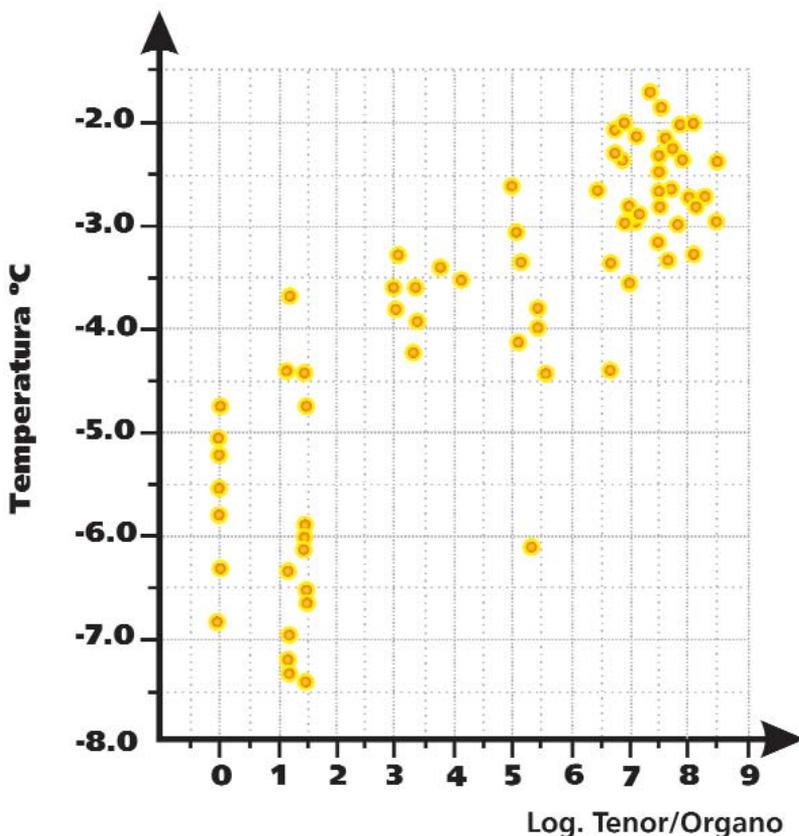


Gráfico 19 - Evolución de la Temperatura de Ruptura de Sobrefusión y Tenor en *Pseudomonas Siringae*

La presencia de elevadas poblaciones de bacterias *P. Siringae* en los tejidos significa un aumento de la temperatura de cese de la sobrefusión y una mayor posibilidad de tener daños por frío.

Los altos costos del tratamiento con bactericidas, para eliminar las bacterias en la primavera, no han permitido su aplicación y ser tomada como una práctica de prevención.

CAPÍTULO 10. EL SISTEMA DE AVISO DE TEMPERATURAS EN EL ALTO VALLE DE RÍO NEGRO Y NEUQUÉN

El objetivo de éste sistema de aviso ⁽³⁶⁾ es brindar a los productores información confiable de las condiciones del tiempo y de temperaturas actinotérmicas durante la noche para hacer más eficiente el empleo de los métodos activos de defensa contra heladas. Además, se complementa con la retransmisión del pronóstico de heladas. Estos datos son provistos por estaciones agrometeorológicas de la región y por productores de sus chacras. Los pronósticos son elaborados por el Centro de Pronósticos Patagónicos de la AIC.

Las primeras experiencias del sistema se realizaron en Villa Regina en el año 1990 ⁽³⁷⁾ y posteriormente en 25 de Mayo, La Pampa. En 1993 se implementó para todo el Alto Valle, en donde funcionó la central de operaciones, recibiendo y retransmitiendo información del tiempo, vía módem telefónico y vía fax.

El período de funcionamiento se extendió desde el 1/9 hasta el 15/11 de 1990. El Alto Valle se dividió en distintos sectores, cada uno de ellos contaba con una Estación Agrometeorológica de base como se observa en el tabla siguiente:

TABLA N° 38

Estaciones Meteorológicas	
Estaciones Meteorológicas Base	Área de Cobertura
EEA Alto Valle INTA – Clmte. M. Guerrico	Mainque a Fernández Oro
Villa Regina	Chichinales a Ing. Huergo
Facultad de Ciencias Agrarias – Cinco Saltos	Cipolletti a Clmte. Cordero
EMETA – Plottier	Colonia Valentina a Senillosa
Centenario	Centenario a El Chañar
25 de Mayo – La Pampa	Colonia 25 de Mayo

Esquema diario de la operación

En la Tabla N° 51 se puede observar la información que se difunde en los diferentes horarios del día, a través de los medios de comunicación.

- Los medios de difusión informan los datos a los usuarios, con media hora de atraso respecto a la observación a campo.
- El instrumental es controlado en los errores y ubicado adecuadamente a campo.
- El sistema también funcionó hasta la primavera de 1995.
- Posteriormente no tuvo continuidad por falta de recursos para su implementación.

Las radios AM de la región tienen, en la actualidad, programas nocturnos de información, durante el período primaveral, con objetivos similares a los del sistema de aviso.

TABLA N° 39

Esquema Diario de la Operación

Hora	Información a difundir	Medios / Difusión	Observaciones
13:00	Pronóstico del tiempo para el Alto Valle y Colonia 25 de Mayo; Valle Medio; Río Colorado.	Canal 7 – Neuquén Canal 10 General Roca – RN. C.V.C. – Canal Cable LU 19 – Cipolletti – RN. LU 18 – Gral. Roca – RN. LU 16 – V. Regina – RN. FM Los Canales Plottier – Nqn. FM Saihueque – Centenario – Nqn. FM El Sur – Valle Medio - RN. FM Municipal – 25 de Mayo – La Pampa Cámara de Productores Distrito N° 1 Centenario – Nqn. Dirección de Fruticultura – Allen – RN. Todos los Centros del Sistema. Cooperativas. Empresas.	Pronósticos del S.M.N. desde las oficinas del Aeropuerto del Neuquén.
19:30	Actualización del pronóstico de las 13:00 horas.	Se repiten los destinos de las 13:00 horas.	La oficina de pronóstico del Aeropuerto del Neuquén mantiene una vigilancia hasta las 24:00 horas.
21:00 22:00 23:00	Temperaturas actinotermicas de las bases. La EEA Alto Valle complementa información (1).	Las radios AM y FM. Cooperativas. Empresas. Oficina de pronóstico de Nqn.	
24:00:00	La EEA Alto Valle continua hasta las 07:00 horas.	Las radios FM.	En caso de heladas se comunica a todas las bases y demás integrantes del sistema

(1) Temperatura IA a 1.50 m.
Viento: Dirección e intensidad.
Humedad Relativa (%) y punto de rocío (°C).
Nubosidad.

CAPÍTULO 11. EL FUTURO DE LA DEFENSA

La contaminación ambiental que producen los métodos de calefacción antiheladas en la región, es un aspecto relevante que necesita solución a corto plazo. El creciente incremento de la población regional, así como la mayor concientización del tema en la gente otorgan mayor atención sobre ésta problemática que en el pasado.

Por otra parte, la demanda de alimentos sin contaminantes, sanos, exige la realización de prácticas culturales acordes para este fin, que incluye a la defensa activa contra heladas.

El aumento a nivel mundial del precio del petróleo y la disminución de las reservas nacionales, dan un marco de incertidumbre a la futura defensa con calefacción basada en combustibles de origen fósil.

La diversificación de la producción frutícola y la incorporación de nuevas áreas productivas se realizan con nuevas especies y variedades predominantemente con frutales de carozo que tienen un alto riesgo de daño de heladas primaverales.

Como consecuencia, se evidenciaron dificultades operativas y productivas relacionadas con la defensa de heladas.

Merece mayor atención la evaluación de los riesgos de daño por heladas de los cultivos a implantar en el futuro en los diversos hábitats, así como la defensa pasiva y activa a implementarse.

El biodiesel surge como un combustible alternativo sustitutivo del gas-oil; que no contamina el aire, al no producir derivados del azufre y con posibilidades de elaboración regional en base a la producción de aceites vegetales.

El riego por aspersión es el método de defensa más eficiente en

el control del frío y el más económico en su aplicación. La región tiene condiciones apropiadas para incrementar la superficie protegida con este método. Los problemas de cantidad o calidad del agua que tienen algunas áreas, pueden solucionarse mediante la construcción de reservorios para almacenar agua durante el día.

Se requiere de la implementación de un programa de reconversión de los métodos de defensa, tendiente a lograr una calefacción más eficiente, con la consiguiente reducción de la contaminación ambiental.





Fotografía N° 36 - Formación de hielo en duraznero
con uso de riego por aspersión

Capítulo 12. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA DEFENSA DE HELADAS

Ing. Agr. Patricia Villarreal (*)
Ing. Agr. Miguel Ángel Tassara

Resumen

La defensa de heladas con calefactores tiene una importante incidencia de costos variables, que aumentan significativamente el costo total de la labor, con el número de horas de uso. En cambio, en el control con riego por aspersión es mayor la proporción de componentes fijos relacionados con la inversión (amortización e interés).

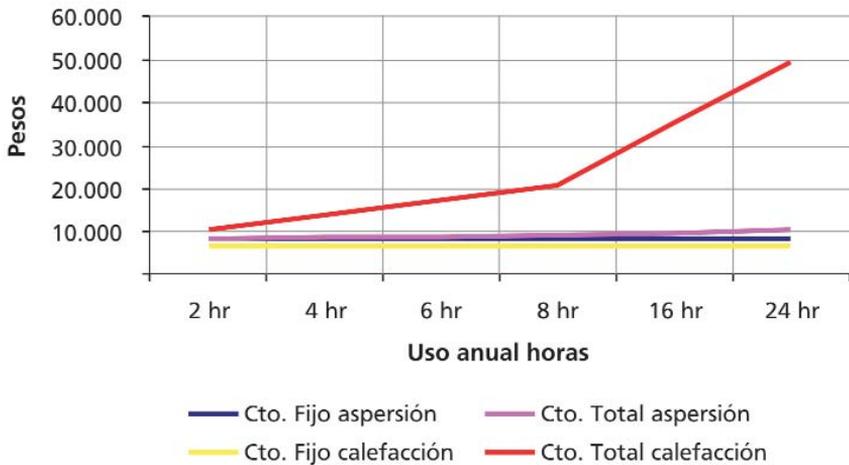


Gráfico 20 - COSTO TOTAL DEFENSA EN PERALES, MÓDULO 5 HA

(*) Área economía EEA Alto Valle INTA - Coautora

Miguel Ángel Tassara

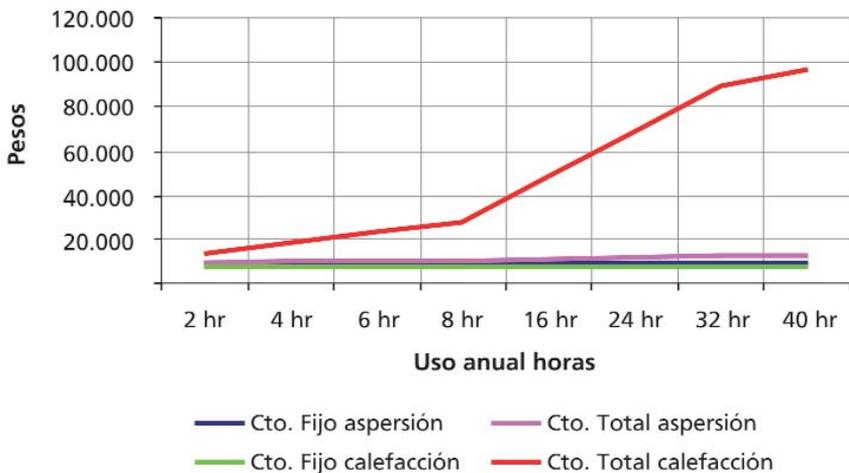


Gráfico 21 - COSTO TOTAL DEFENSA EN DURAZNEROS, MÓDULO 5 HA

El costo unitario (por hora de uso) se reduce significativamente en la aspersión, a medida que aumenta el número de horas de uso, por la dilución de los costos fijos.

En los Gráficos 22 y 23 se observa que aún en caso de uso muy reducido, es más económica la defensa con aspersión respecto de la defensa con calefactores.



Fotografía N° 37 - Riego por aspersión en durazneros

Esta diferencia es más significativa en la defensa de durazneros porque en general, es mayor el período en el que debe protegerse activamente el cultivo para evitar daños irreversibles. Además el número de calefactores necesarios en la hectárea es superior y por ende, también lo es el consumo de combustible, aumentando el costo variable por hora de uso respecto del cultivo de perales.

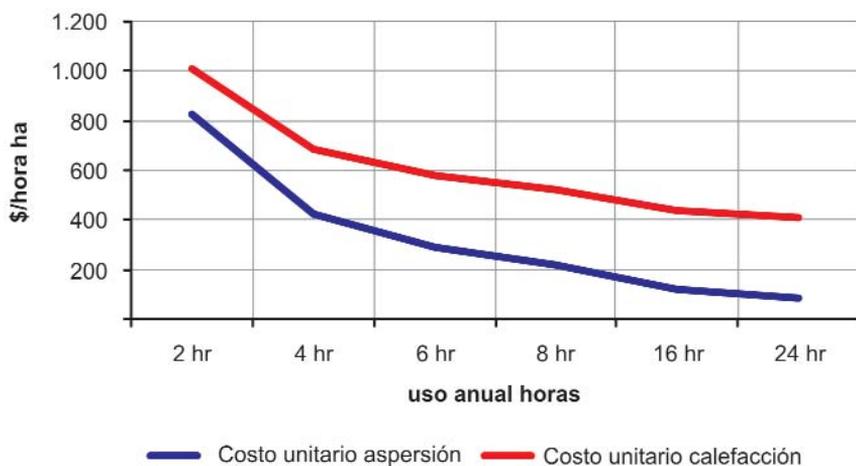


Gráfico 22 - COSTO UNITARIO DE DEFENSA EN PERALES POR HECTÁREA



Fotografía N° 38 - Calefactores para defensa de heladas en perales

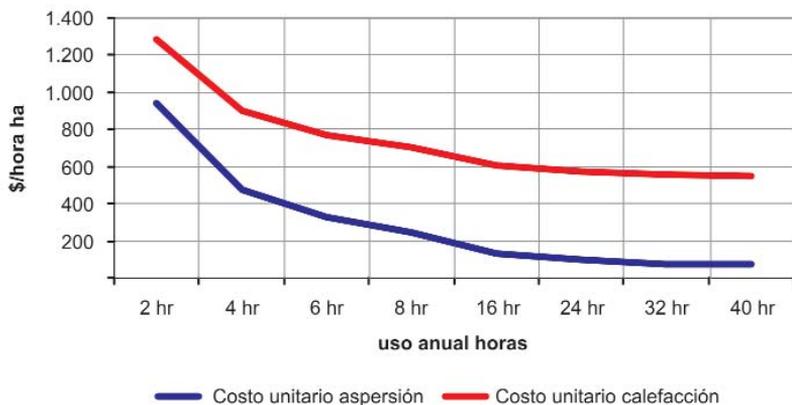


Gráfico 23 - COSTO UNITARIO DE DEFENSA EN DURAZNEROS POR HECTÁREA

Consideraciones generales

En perales y durazneros, los métodos de defensa activa evaluados son riego por aspersión y calefacción. Este esquema de control es asimilable al resto de las especies frutales aplicando los requerimientos calóricos de cada caso, en las que debe controlarse el efecto negativo de las heladas primaverales.

Se analizan el riego por aspersión, con aspersores clásicos y la calefacción, mediante calefactores con chimenea, empleando como combustible el IFO de 70% gas oil y 30% fuel oil (70/30).



Fotografía N° 39 - Vista al amanecer del hielo formado con riego por aspersión

Los requerimientos calóricos necesarios para el cálculo y diseño de cada método son los determinados en la Tabla N° 18.

En durazneros deben compensar 3.500.000 Kcal/ha/hora cuando se producen las condiciones de enfriamiento máximas (temperatura de -7°C , humedad relativa del 80% y brisas de 1 m/seg), para lo cual es necesario asperjar 4,3 mm/hora de agua. En perales se requieren 2.500.000 Kcal/ha/hora (para -5°C de temperatura, una humedad relativa del 80% y brisa de 1 m/seg), siendo necesario asperjar una lámina de 3,4 mm/hora de agua.

Sobre la base de experiencias regionales, se considera en perales, un uso anual en promedio de 15 horas, que para los cálculos, se realiza en tres noches de defensa, de cinco horas cada una.

Para durazneros, se considera un uso anual de 35 horas en cinco noches de defensa, de siete horas de duración, cada una.

Datos básicos

Todos los análisis económicos se efectuaron para un módulo de 5 ha. Por tratarse de un estudio económico, el valor de los bienes no incluye IVA.

Tipo de cambio de referencia:	\$3,10/U\$S
Valor del jornal de peón general:	\$49,50/jornal
Valor del jornal nocturno:	\$99,00/jornal
Tasa de interés:	7% anual

El interés al capital invertido se determina sobre el valor de los bienes, en la mitad de su vida útil.

12.1. Defensa en perales

a- Defensa con riego por aspersión ⁽³⁸⁾

I- Inversión

Tabla 40

Concepto	Valor a Nuevo (\$)	Vida útil (años)	Amortización (\$)	Interés (\$)
Perforación	3.565	15	238	125
Motor	11.500	15	767	402
Equipo de bombeo (aspiración, bomba, elevación)	10.534	15	702	369
Casilla protectora	6.900	40	172	241
Cañerías principales y secundarias	16.037	15	1.069	561
Aspersores, caños portarregadores, postes, accesorios	9.605	15	640	336
Zanjeado	3.967	15	264	139
Armado de equipo	3.974	15	265	139
Termómetros de mínima (3)	1.200	10	120	42
TOTAL por módulo	67.282		4.237	2.354
TOTAL por ha	13.456		847	471

II- Gastos operativos

Los gastos operativos se dividen en función del número de horas de uso, en fijos y variables.

Los gastos operativos variables están formados por la mano de obra y el combustible necesarios para que el equipo funcione durante la helada.

- Por cada oportunidad de protección intervienen tres personas para el módulo de 5 ha, en la temporada totalizarían 9 jornales nocturnos.
- El consumo de nafta promedio, del motor que bombea agua al sistema, es de 15 litros/hora.

Los gastos operativos fijos, que no dependen del número de horas de uso del equipo, están formados por los gastos de manteni-

miento, armado y puesta a punto y el desarmado al finalizar la temporada de uso.

- El armado y puesta a punto, demanda dos jornales para el bloque de 5 ha.
- Se estiman los gastos de mantenimiento equivalentes al 2% del valor a nuevo del equipo.
- Desarmar el equipo demanda un jornal en las 5 ha.

Tabla 41

Concepto	Monto \$	Monto \$/ha	Monto \$/hora ha
<i>Gasto operativo variable</i>			
Mano de obra	891	178	11,87
Combustible motor	472	94	6,37
Total gasto variable	1.363	272	18,24
<i>Gasto operativo fijo</i>			
Puesta a punto	99	20	1,33
Desarmado de equipo	50	10	0,66
Mantenimiento equipo	1.346	269	17,93
Total gasto fijo	1.495	299	19,92

Costo total defensa con aspersion =
fijo + costo variable =
 $\$8.086 + \$1.363 = \$9.449$

Costo horario para 5 ha =
 $\$9.449/15 \text{ horas} = \$630/\text{hora}$

Costo horario por hectárea =
 $\$630/5 \text{ ha} = \$126/\text{ha}/\text{hora}$

Costo fijo= amortización + interés + gasto operativo fijo
 $4.237 + 2.354 + 1.495 = \$ 8.086/\text{año}$ para módulo de 5 ha.

Costo variable = gasto operativo variable
= \$1.363/año para módulo de 5 ha.

El costo para proteger un módulo de 5 ha de perales, con riego por aspersión, durante 15 horas es de \$9.449, de los cuales \$2.858 corresponden a gastos operativos, \$4.237 a amortización del equipo y \$2.354 a intereses, el equivalente al costo de oportunidad de la inversión.

b- Defensa con calefacción

Se utilizan 110 calefactores en la hectárea. El consumo promedio nocturno es de 220 litros/hora de combustible IFO 70-30 en la hectárea.

Para cada puesta en funcionamiento se necesitan 4 personas en las 5 hectáreas.



Fotografía N° 40 - Rellenado con combustible a los calefactores

El valor del tanque de depósito y el carrito para distribuir combustible (chulengo) corresponden al de usados en buena conservación, por ser ésta la práctica más habitual de compra.

I- Inversión

Tabla 42

Concepto	Valor a Nuevo (\$)	Vida útil (años)	Amortización (\$)	Interés (\$)
Calefactores (550)	28.462	15	1.897	996
Tanque de almacenamiento (10.000 lt)	3.450	20	172	121
Carrito distribuidor (1000 lt)	1.200	20	60	42
Alcuzas (4)	180	10	18	6
Termómetros de mínima (3)	1.200	10	120	42
TOTAL por módulo	34.492		2.267	1.207
TOTAL por ha	6.898		453	241

II- Gastos operativos

Los gastos operativos se dividen en función del número de horas de uso en fijos y variables.

Los gastos operativos variables están formados por la mano de obra y el combustible necesario para los calefactores.

- Por cada encendida intervienen 4 personas para el módulo de 5 ha. En la temporada totalizarían 12 jornales nocturnos.
- El consumo promedio por ha es de 220 litros/hora de IFO.
- Para rellenar los calefactores se insumen 2 jornales y 8 horas del carrito para las cinco ha, cada vez.
- Para encender los calefactores se necesitan 60 litros de combustible mezcla para las alcuzas, para las tres prendidas en las 5 ha.

Los gastos operativos fijos, que no dependen del número de horas de uso del equipo, están formados por los gastos de mantenimiento, la instalación y retiro de los calefactores al inicio y fin de cada temporada.

- Instalación y llenado de los calefactores, 10 jornales, 10 horas del

- carrito y 20 horas de acoplado para las 5 ha.
- Se estiman los gastos de mantenimiento equivalentes al 2% del valor a nuevo del equipo.
 - Retiro de los calefactores, 10 jornales, 10 horas del carrito y 20 horas de acoplado para las 5 ha.

Tabla 43

Concepto	Monto \$	Monto \$/ha	Monto \$/hora
<i>Gasto operativo variable</i>			
Combustible IFO70/30	24.750	4.950	330,00
Mano de obra	1.188	238	15,84
Combustible para encendido	120	24	1,60
Rellenado de calefactores	841	168	11,21
Total gasto variable	26.899	5.380	358,65
<i>Gasto operativo fijo</i>			
Instalación de calefactores	1.174	235	15,66
Retiro de calefactores	1.174	235	15,66
Mantenimiento equipo	690	138	9,20
Total gasto fijo	3.038	608	40,52

Costo total defensa con calefactores=
costo fijo + costo
variable= \$6.512 + \$26.899= \$33.411

Costo horario para 5 ha =
\$33.411/15 horas = \$2.227/hora

Costo horario por ha =
\$2.227/5 ha = \$445/ha/hora

Costo fijo= amortización + interés + gasto operativo fijo
\$2.267 + \$1.207 + \$3.038 = \$6.512/año para módulo de 5 ha.

Costo variable = gasto operativo variable
= \$26.899/año para módulo de 5 ha.

El costo para proteger un módulo de 5 ha de perales con calefacción, durante 15 horas es de \$33.411, de los cuales \$29.937 corresponden a gastos operativos, \$2.267 a amortización del equipo y \$1.207 a intereses, el equivalente al costo de oportunidad de la inversión.

12.2. Defensa en duraznero

a- Defensa con riego por aspersión

I- Inversión

Tabla 44

Concepto	Valor a Nuevo (\$)	Vida útil (años)	Amortización (\$)	Interés (\$)
Perforación*	4.278	15	285	150
Motor	11.500	15	767	402
Equipo de bombeo (aspiración, bomba, elevación)	12.641	15	843	442
Casilla protectora	6.900	40	172	241
Cañerías principales y secundarias	19.244	15	1.283	673
Aspersores, caños portarregadores, postes, accesorios	11.526	15	768	403
Zanjeado	4.761	15	317	167
Armado de equipo	4.769	15	318	167
Termómetros de mínima	1.200	10	120	42
TOTAL por módulo	76.819		4.873	2.687
TOTAL por ha	15.364		975	537

II- Gastos operativos

Los gastos operativos se dividen en función del número de horas de uso en fijos y variables.

- Los variables están formados por la mano de obra y el combustible necesario para que el equipo funcione durante la helada.
- Por cada puesta en funcionamiento intervienen 3 personas para el módulo de 5 ha. En la temporada totalizarían 15 jornales nocturnos.
- El consumo promedio del motor que bombea agua al sistema es de 17 litros/hora de nafta.

Los gastos operativos fijos, que no dependen del número de horas de uso del equipo, están formados por los gastos de manteni-

miento armado y puesta a punto del equipo, y el desarmado del equipo al finalizar la temporada de uso.

- El armado y puesta a punto demanda dos jornales para el bloque de 5 ha.
- Se estiman los gastos de mantenimiento equivalentes al 2% del valor a nuevo del equipo.
- Desarmar el equipo demanda 1 jornal en las 5 ha.

Tabla 45

Concepto	Monto \$	Monto \$/ha	Monto \$/hora
<i>Gasto operativo variable</i>			
Mano de obra	1.485	297	8,49
Combustible motor	1.249	250	7,14
Total gasto variable	2.734	547	15,63
<i>Gasto operativo fijo</i>			
Puesta a punto	99	20	0,57
Desarmado del equipo	50	10	0,28
Mantenimiento equipo	1.536	307	8,78
Total gasto fijo	1.685	337	9,63

Costo total defensa con aspersión=
costo fijo + costo variable=
\$9.245 + \$2.734= \$11.979

Costo horario para 5 ha =
\$11.979/35 horas = \$342/hora

Costo horario por ha =
\$342/5 ha = \$68/ha/hora

Costo fijo= amortización + interés + gasto operativo fijo
\$4.873 + \$2.687 + \$1.685 = \$9.245/año para módulo de 5 has.

Costo variable = gasto operativo variable
= \$2.734/año para módulo de 5 has.

El costo para proteger un módulo de 5 ha de durazneros, con riego por aspersión, durante 35 horas es de \$11.979, los cuales \$4.419 corresponden a gastos operativos, \$4.873 a amortización del equipo y \$2.687 a intereses, el equivalente al costo de oportunidad de la inversión.

b- Defensa con calefacción

En el cultivo de durazneros se utilizan 130 calefactores por ha. El consumo promedio es de 325 l/ha/hora de combustible IFO 70-30.

Para cada prendida se necesitan cuatro personas, en las 5 ha.



Fotografía 41 - Formación de hielo en duraznero en estado fenológico temprano "D"

El valor del tanque de depósito y el carrito distribuidor de combustible (chulengo) corresponden al de usados en buena conservación, por ser ésta la práctica más habitual de compra.

I- Inversión

Tabla 46

Concepto	Valor a Nuevo (\$)	Vida útil (años)	Amortización (\$)	Interés (\$)
Calefactores (650)	33.637	15	2.242	1.177
Tanque de almacenamiento (15.000 lt)	5.175	20	259	181
Carrito distribuidor (1000 lt)	1.200	20	60	42
Alcuzas (4)	180	10	18	6
Termómetro de mínima (3)	1.200	10	120	42
TOTAL por módulo	41.392		2.699	1.448
TOTAL por ha	8.278		540	290

II- Gastos operativos

Son divididos en función del número de horas de uso, en fijos y variables.

Los variables están formados por la mano de obra y el combustible necesario para los calefactores.

- Por cada prendida intervienen cuatro personas para el módulo de 5 ha. En la temporada totalizarían 20 jornales nocturnos.
- El consumo promedio por ha es de 325 litros/hora de IFO.
- Para rellenar los calefactores se necesitan dos jornales y 8 horas de carrito para las cinco ha, cada vez.
- Para encender los calefactores se necesitan 100 litros de combustible mezcla para las alcuzas, para las cinco prendidas en las 5 ha.

Los gastos operativos fijos, que no dependen del número de horas de uso del equipo, están formados por los gastos de mantenimiento, la instalación y retiro de los calefactores, al inicio y fin de cada temporada.

- Instalación y llenado de los calefactores: 12 jornales, 12 horas del carrito y 24 horas de acoplado para las 5 ha.

- Se estiman los gastos de mantenimiento equivalentes al 2% del valor a nuevo del equipo.
- Retiro de los calefactores: 12 jornales, 12 horas del carrito y 24 horas de acoplado para las 5 ha.

Tabla 47

Concepto	Monto \$	Monto \$/ha	Monto \$/hora
<i>Gasto operativo variable</i>			
Combustible IFO(70/30)	85.312	17.062	487,50
Mano de obra	1.980	396	11,31
Combustible para encendido	200	40	1,14
Rellenado de calefactores	1.401	280	8,01
Total gasto variable	88.893	17.778	507,96
<i>Gasto operativo fijo</i>			
Instalación de calefactores	1.409	282	8,05
Retiro de calefactores	1.409	282	8,05
Mantenimiento equipo	828	166	4,73
Total gasto fijo	3.646	730	20,83

Costo total defensa con calefactores=
costo fijo + costo variable=
\$7.793 + \$88.893= \$96.686

Costo horario para 5 ha =
\$96.686/35 horas = \$2.762/hora

Costo horario por ha =
\$2.762/5 ha = \$552/ha/hora

Costo fijo= amortización + interés + gasto operativo fijo
\$2.699 + \$1.448 + \$3.646 = \$7.793 \$/año para módulo de 5 ha.

Costo variable = gasto operativo variable
= \$88.893 \$/año para módulo de 5 ha.

El costo para proteger un módulo de 5 ha de durazneros con calefacción, durante 35 horas es de \$96.686, de los cuales \$92.539 corresponden a gastos operativos, \$2.699 a amortización del equipo y \$1.448 a intereses, el equivalente al costo de oportunidad de la inversión.



Fotografía N° 42 - Defensa de helada con sistema de riego por aspersión

GLOSARIO

Aire húmedo: aire que contiene una humedad relativa (HR) superior al 80%.

Aire saturado: aire que contiene la máxima cantidad de vapor de agua para una temperatura y humedad dadas.

Advección: desplazamiento horizontal, en superficie, de una masa de aire.

Agrometeorología: rama de la meteorología dedicada al estudio de los elementos meteorológicos y climáticos vinculados con las actividades agrícolas.

Calorías: Unidad de medida de la energía calórica

1cal: 4.18 joules

1000cal: 1 Kcal

Convección: desplazamiento vertical del aire relacionado a su temperatura.

Energía de cambio de estado del agua: el pasaje de agua líquida a hielo libera 80cal/gr.

La evaporación de agua líquida a vapor; absorbe o toma 600cal/gr.

Punto de rocío: temperatura a la cual el vapor de agua contenido en la atmósfera se condensa.

Rabdomancia-Radiestesia: ciencia basada en la capacidad del ser humano de percibir distintos tipos de alteraciones energéticas en su entorno.

Sobrefusión: mantenimiento del estado líquido a una temperatura inferior al umbral de formación de hielo.

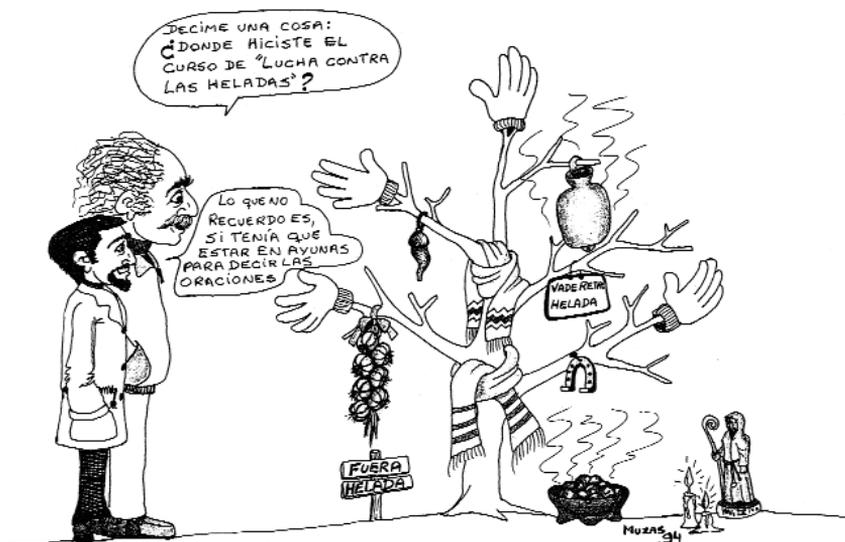
Temperatura Actinotérmica (IA): temperatura medida en un termómetro sin protección, representativa de la temperatura del vegetal.

Temperatura de termómetro seco: temperatura medida con un termómetro con el bulbo seco.

Temperatura de termómetro húmedo: temperatura medida con un termómetro con el bulbo mojado.

Temperatura del aire: temperatura medida en un termómetro seco, dentro de una casilla meteorológica o de otro tipo de protección de la radiación.

Humor



REFERENCIAS

- (1) **Gonzalo, Vitoria.** (1938) La lucha contra las heladas. Miscelánea / Ministerio de agricultura AR n° 40 p. 18-64
- (2) **Uhler, J.** (1958) Un nuevo sistema para combatir heladas produciendo vapor de agua. Experimental Cinco Saltos, Río Negro AR. 1 p.
- (3) **Capelletti, M.** (1956) Ensayos de caloríferos para lucha contra heladas. Dirección general investigaciones agrícolas. 15 p.
- (4) **Martinoli, J.** (1960). Ensayos del equipo de lucha contra heladas "Heat- Mobile"/ Instituto de Meteorología Agrícola AR. 22 p.
- (5) **Bongiorno, A. ; Galletta, F. ; Serra, H.** (1971) Evaluación de los daños producidos por helada en manzanos y perales en la zona entre Cervantes y Chichinales. Cmte.Guerrico, Río Negro: INTA, EEA Alto Valle. 22 p.
- (6) **INTA, EEA Alto Valle.** (1972) Informe preliminar sobre evaluación de daños por heladas. Cmte. Guerrico, Río Negro: INTA, EEA Alto Valle. 9 p.
- (7) **Tassara, M. A.** (1979) Informe plan de trabajo "Defensa contra heladas". Cmte. Guerrico, Río Negro: INTA, EEA Alto Valle.
- (8) **Bongiorno, A. ; Tassara, M. A. ; Bello, I.** (1985) Evaluación de daños por helada en manzanos y perales en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Cmte. Guerrico, Río Negro: INTA, EEA Alto Valle. 8 p.
- (9) **Tassara, M. A. ; Charles, M.** (1984) Riesgo de daños heladas primaverales en manzanos, perales y durazneros en el Alto Valle de Río Negro. Investigación agrope-cuaria / INTA, EEA Alto Valle n° 12. 13 p.
- (10) **INTA, EEA Alto Valle, Estación Agrometeorológica.** Base de datos 1983-2001.

- (11) **CTIFL.** (1998) Gel de Printemps : temperatures critiques. p.41-51
- (12) **Durand, Tabard.** (1963) IL'indice actinothermique. son interet en matiere de lutte antigel Bouchet. NRA, Note technique 47: 15
- (13) **Bouchet, R. J.** (1962) Phytoma. Indices Actinothermiques 136 : 29-30.
- (14) **Fleckinger, J.** (1948) Les stades vegetatifs des arbres fruitieres en rapport avec les traitements. CR Congres pomologique de France, Angers p. 81-93
- (15) **Bagiolini, M.** (1952) Stades reperes du pecher. Revue romand d'AgricultuViticulture. 8 (4):29
- (16) **Richardson, E. A. : Seely, E. J.** (1974) A model for estimation the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. Hortscience 9(4)
- (17) **Tassara, M. A.** (2003) El crecimiento de las yemas florales del duraznero: un indicador temprano del riesgo de heladas. Jornada Internacional de frutales de carozo. Gral. Roca, Río Negro : INTA, EEA Alto Valle
- (18) **Monet , R. ; Bastard, R.** (1979) La croissance des ebauches florales du pecher element previsionnel des risques de gel a la floraison. Publication / INRA La Grande Ferrade. 501:4
- (19) **Tassara, M. A. ; Cabezas, F.** (1997) El crecimiento de las yemas florales del duraznero: un factor de evaluación temprano del riesgo de heladas primaverales. Diario Río Negro, Sup. Producción - economía p.38
- (20) **Tassara, M. A.** (1991) La conservación del suelo. Informe final plan de trabajo "Lucha contra heladas primaverales y otoñales en los

valles de Río Negro y Neuquén". Cmte. Guerrico, Río Negro: INTA, EEA Alto Valle . p. 12

(21) **Proebsting- Mills.** (1964) Giberellin induced hardiness responses in Elberta Peach Flower buds. Proc. Amer. Hort. Science. 85 :134-140

(22) **Saunier, R.** (1977) Application de Ethepon sur pechers dans le but de retarder la floracion. La pomologie francaise 19(6)

(23) **Di Cesare, C.** (1975) Estudios para inducir retardos de floración en frutales / INTA, EEA Rama Caída. Programa 11

(24) **Tassara, M. A. ; Castro, H.** (1980) Retraso de la floración en durazneros mediante la aplicación de reguladores de crecimiento. Memoria Técnica / INTA, EEA Alto Valle. p. 26-28

(25) **Bestvater, C. ; Báez, C.** (1972) Tolerancia del peral y del manzano al riego por aspersión con aguas salinas para la protección de las heladas primaverales. Cmte. Guerrico, Río Negro: INTA, EEA Alto Valle.

(26) **Arroseurs anti-gel** (1976) Bulletin d'essais de materiel / CTGREF- Aix en Provence. Francia. 9:89

(27) **Tassara, M. A. ; Troncoso, I. ; Bustos J.** (1997) Testeo de miniaspersores para defensa de heladas. Chimpay, Río Negro AR: Expofrut Chimpay II. 5 p.

(28) **Tassara, M. A. ; Elías, M. .** (1996) Estudio de métodos de defensa contra heladas primaverales en montes frutales del Alto Valle de Río Negro: eficiencia e incidencia en la contaminación ambiental. Proyecto INTA EEA Alto Valle - Mocchiola. 112 p.

(29) **Masini, G.** (1999) Ensayo quemador Haltogel. Cinco Saltos,

Río Negro: Uncoma, Facultad Agronomía, Laboratorio de ensayo de calefactores.

(30) **CIMA - Universidad Nacional de La Plata** (2001) Estudio de la contaminación Ambiental en Calefacción Antiheladas de Río Negro.

(31) **Tassara, M. A.** (1977) Essais d'utilisation de l'helicoptere en lutte antigél. Rapport d'étage. INRA Montfavet

(32) **Tassara, M. A. ; Nordemstron, G.** (1996) Estudio de la eficiencia de ventiladores para el control de heladas en la producción frutícola 1993-1996. Proyecto INTA EEA Alto Valle-Moño Azul SA.. 60 p.

(33) **Deckers, T.** (2004) Frostbuster: a new tool for frost protection. Schoofs H. Royal Research Station of Gorseme. 12 p.

(34) **Lindow, S E.** (1983) Ann. The role of bacterial ice nucleation in frost injury to plants. Rev. Phytopatology 21:363-384

(35) **Luisetti, J. ; Gainard, J. L.** (1993) Intervention des bacteries dans les accidents gelifs. Le gel en Agriculture. INRA. p.129-140

(36) **Tassara, M. A. ; Nordenstrom G.** (1993) Sistema de avisos de temperaturas en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Cmte. Guerrico, Río Negro AR: EEA Alto Valle. 10 p.

(37) **INTA, AER Villa Regina.** (1992) Sistema de aviso de temperaturas para la lucha contra heladas.

(38) **Galletta, Francisco** (2007) Protefrut - Villa Regina

632.111.5 Tassara, Miguel Angel. Las heladas primaverales: protección en frutales de clima templado - frío / Miguel Angel Tassara. 1. ed.

Clmte. M. Guerrico, Río Negro : INTA, EEA Alto Valle, 2007. 150 p. : fotos, cuadros.
ISBN : N° 978-987-521-273-2

HELADAS PRIMAVERALES - CONTROL - FRUTALES



EDICIONES INTA

Comunicaciones

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Centro Regional Patagonia Norte

Estación Experimental Alto Valle

Ruta Nacional 22, km. 1191 - Contralmirante Martín

Guerrico - Provincia de Río Negro

Dirección Postal: Casilla de Correo 782

(8332) General Roca - Provincia de Río Negro

República Argentina.

Copyright INTA, Octubre 2007

Precisión, realidad, rentabilidad y tecnología.



Internet iMetos

- Redes de alertas para heladas, agrometeorológicas, hidrológicas y pluviométricas
- Publicación de datos directamente en web
- Hasta 60 sensores de todo tipo
- Visualización y alertas de heladas en celulares y Pc's
- Predicción de enfermedades, libre configuración de alarmas, etc



Monitores de cultivos WD

- Modelos de predicción de enfermedades
- Pronósticos de Insectos
- Monitoreo a bajo costo



Monitoreo de Luz, nutrientes, etc.

- Heladas
- Nutrientes
- Compactación
- Radiación PAR



Estaciones hidrológicas GW

- Comunicación vía Radio, satélite (INMARSAT D, ORBCOMM), RS 232, USB, etc
- Acepta sensores de calidad de agua, nivel de agua y otros



Sondas de humedad y salinidad de suelo Sentek

- Dinámica del agua
- Patrones de consumo
- Absorción radicalar
- Puntos máximo y mínimo de riego

Solicite sin cargo el nuevo CATALOGO 07/08

Seedmech Latinoamérica S.R.L.
Buenos Aires 642 (2000) Rosario, Argentina
Telefax: ++54 +341 4472954 y 4259475
seedmech@seedmech.com

 **SEEDMECH**
VANGUARDIA EN AGROTECNOLOGÍA

La preocupación por los métodos de defensa contra heladas, en el mayor valle irrigado de las provincias de Río Negro y Neuquén, comienza con los albores mismos de la fruticultura.

La Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle del INTA hereda, de la tradición científica de las chacras experimentales de J.J. Gómez y Cinco Saltos, la evaluación de diferentes métodos de protección contra las heladas primaverales para la fruticultura moderna y continúa con estos estudios que dan como resultado esta publicación.

Conocer los tipos de heladas y sus principios básicos para la formación de heladas, poniendo énfasis en aquellos métodos que permiten el cuidado del medio ambiente y la salud humana, es un compromiso que se asume en este libro.

El lector podrá encontrar información sobre el instrumental meteorológico de medición, la estación agrometeorológica, el estudio microclimático del monte frutal, el instrumental electrónico, tablas de resistencia al frío y fenología-dormancia. Además, es posible consultar un capítulo exclusivo con un análisis económico de la defensa de heladas.

Para el INTA es un honor poner a disposición de los lectores este manual que servirá a estudiantes, productores y profesionales abocados a obtener cosechas de calidad en el monte frutal.

Con el convencimiento que este es un aporte concreto a la mejora de nuestra competitividad y sostenibilidad ambiental, deseamos agradecer a todos aquellos que han permitido esta primera edición.

Dr. Jorge C. Magdalena

Director Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle

ISBN N°: 978-987-521-273-2



Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle
Centro Regional Patagonia Norte