

SISTEMAS ANTIHIELO EN FRUTALES.
TECNICAS DE APLICACION DEL AGUA
Y RECOMENDACIONES DE MANEJO PARA
MAXIMIZAR SU EFICACIA



HELADAS ENEMIGO AGRICOLA

<https://www.rtve.es/play/videos/telediario/heladas-arruinan-entre-30-80-cosechas-frutales-peninsula/6479433/>



Las centrales de fruta calculan pérdidas de 400 millones en facturación por las heladas

Algunas especialmente afectadas barajan no poner en marcha las líneas de envasado y vender su poca producción en pelots || Nuevas empresas están preparando ERTE para parte de su plantilla



EN FRANCIA DIARIO EL PAIS abril 2021

Heladas, el último golpe a la agricultura francesa

Los intensos fríos de las dos últimas semanas han provocado daños multimillonarios y destruido cosechas. El Gobierno habla ya de la “mayor catástrofe agrícola del siglo XI”.



TIPUS DE HELADES



ADVENCIÓN, Helada por viento o helada negra

Se produce cuando una masa de aire frío se mueve en dirección a una zona determinada, produciendo como consecuencia temperaturas de congelación. Normalmente tenemos viento superior a 8 km/h. La protección contra este tipo de heladas es muy difícil.

RADIACION , helada blanca

Se producen cuando en una noche clara y en calma, la temperatura a nivel de la superficie baja del punto de congelación. A medida que van bajando las temperaturas, el aire frío se acumula en los sitios más bajos, que es donde se producen los mayores daños.

•MIXTAS

Se inicia con un frente frío, helada de advención, que provoca una bajada generalizada de las temperaturas y seguidamente se producen heladas de .

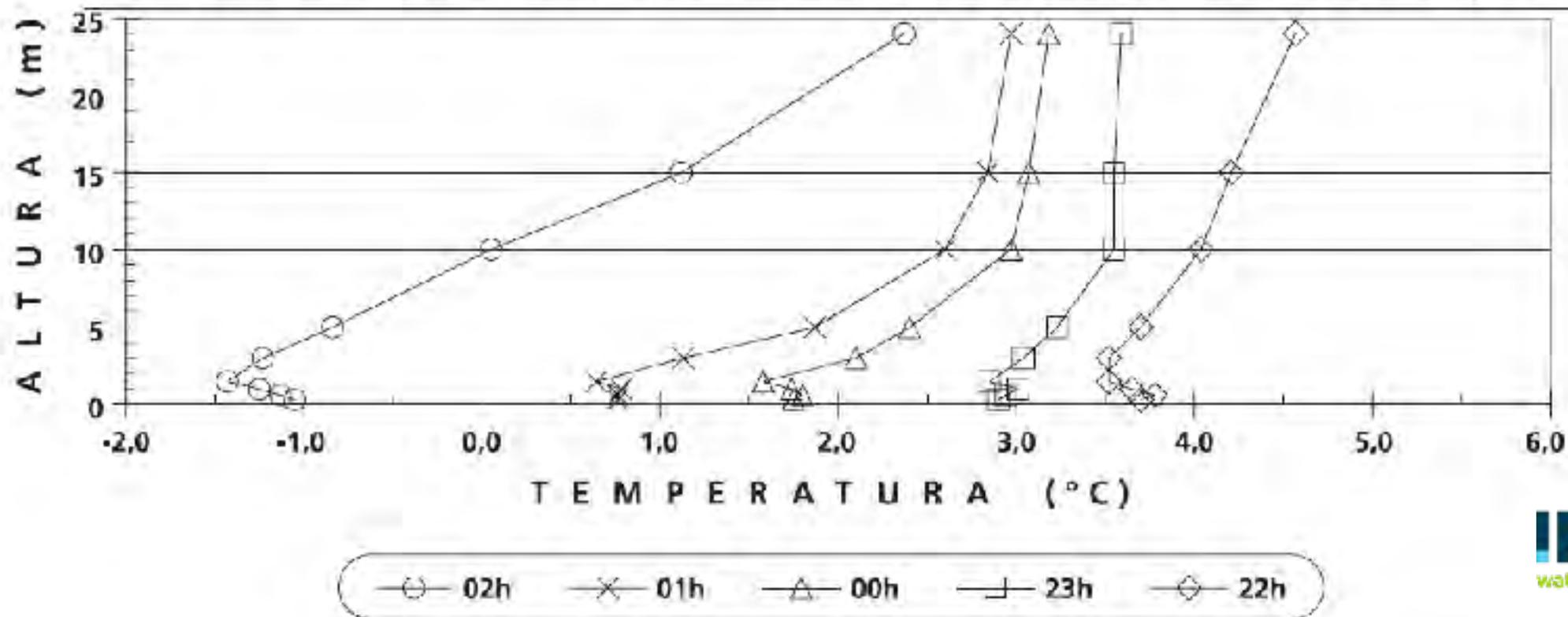


Terminología de los eventos de helada y características típicas

TIPO DE HELADA	CARACTERÍSTICAS
Radiación	Despejado; calma; inversión; la temperatura es superior a 0 °C durante el día
Advección	Ventoso; sin inversión; la temperatura puede ser inferior a 0 °C durante el día.

FIGURA 1.3

Desarrollo de una inversión sobre un campo de manzanos en el norte de Portugal



METODOS PASIVOS DE LUCHA CONTRA LAS HELADAS

Selección de especies y variedades en función de la sensibilidad del estado fenológico.

Selección del lugar en el que cultiva.

Plantar las variedades más sensibles en lugares altos.

Evitar plantar en fondo, lugares donde se inician las nieblas.

Evitar plantar en lugares donde hay corrientes de aire, viento.

Modificación del paisaje o microclima

Evitar obstáculos

Manejo del suelo, trabajar antes del período de floración, compactar y regar. El aire disminuye la radiación de calor y tiene un peso específico más bajo.

Cobertura vegetal, eliminarla. Se han hallado diferencias de temperatura de hasta 2° en parcelas con cobertura vegetal y sin cobertura vegetal.

Manejo de la nutrición, minimizar el nitrógeno a inicio de campaña.

Manejo de la poda, Podas tardías nos pueden retrasar la floración

TABLA 4.7

Valores de temperatura crítica (T_c ; °C) para algunos frutales de hoja caduca

CULTIVO	ESTADIO	10% MORTANDAD	90% MORTANDAD
Albaricoquero	Yema hinchada	-4,3	-14,1
	Cáliz rojo	-6,2	-13,8
	Ápice blanco de la corola visible	-4,9	-10,3
	Primera flor	-4,3	-10,1
	Plena floración	-2,9	-6,4
	Caída de los pétalos	-2,6	-4,7
	Fruto tierno	2,3	3,3
	Yema hinchada	-11,1	-17,2
	Botones visibles	5,8	13,4
Cerezo (Bing)	Yema con la punta color verde	-3,7	-10,3
	Botones todavía reunidos	3,1	7,9
	Los botones se separan	-2,7	-6,2
	Apice blanco de la corola visible	-2,7	-4,9
	Primera flor	-2,8	-4,1
	Plena floración	-2,4	-3,9
	Caída de los pétalos	-2,2	-3,6



CULTIVO	ESTADIO	10%	90%
		MORTANDAD	MORTANDAD
Melocotonero (Elberta)	Yema hinchada	7,4	17,9
	Cáliz verde	-6,1	-15,7
	Cáliz rojo	4,8	14,2
	Corola rosa en el ápice de la yema	-4,1	-9,2
	Primera flor	-3,3	-5,9
	Floración tardía	-2,7	-1,9
	Caída de los pétalos	-2,5	-3,9
Peral (Bartlett)	Las yemas empiezan hincharse (Las escamas se separan)	-8,6	-17,7
	Yemas florales expuestas	-7,3	-15,4
	Aparición de botones florales todavía reunidos	-5,1	-12,6
	Los sépalos dejan ver los primeros pétalos	-4,3	-9,4
	Los sépalos dejan ver todos los pétalos	-3,1	-6,4
	Primera flor	3,2	6,9
	Plena floración	-2,7	-4,9
	Post floración	-2,7	-4,0



TABLA 4.6

Daño esperable (%) para algunas variedades de almendro a distintos estadios de desarrollo después de 30 minutos por debajo de la temperatura indicada

VARIEDAD	ESTADIO	TEMPERATURA °C							
		-5,6	-5,0	-4,4	-3,9	-3,3	-2,8	-2,2	-1,7
Peerless	[F] plena floración				100	75	45	25	
	Color rosa visible		100	75	50	25			
Peerless	[C] plena floración				79	50	14	1	
	Caída de pétalos						63	14	3
	Crecimiento del fruto						46	45	9
NePlus Ultra	[F] Plena floración			100	75	50	25		
Mission	[F] Color rosa visible	100	80	60					
Drake	[F] Plena floración		100	75	50	25			
	Color rosa visible	75	50	25					
Nonpareil	[F] Plena floración	75	60	40	20				
	Color rosa visible	20	10						
Nonpareil	[C] Crecimiento del fruto						19	14	3
Butte	[C] Crecimiento del fruto					90	45	27	10

NOTAS: [L] indica ensayos con ramas cortadas en una cámara de congelación (Connell y Snyder, 1988). [F] indica resultados de varios años de observaciones de campo no publicadas por Harry Hansen (retirado del Servicio Meteorológico Nacional de los EE.UU.) utilizando temperaturas de una garita Stevenson y de una pantalla en frutales.

METODOS ACTIVOS DE LUCHA ANTIHELADA.

} AGUA.

- Aspersión por debajo de los arboles
- Aspersión por encima de los arboles
- Microaspersores con y sin pulsares, por encima y debajo de los árboles
- Inundación

} ESTUFAS.

} MAQUINAS DE VIENTO.

- Ventiladores
- Helicopteros

} MIXTOS.

- Agua y viento.
- Estufas y viento



APLICACIÓN DE AGUA:

Hemos de conseguir que la temperatura se mantenga por encima del punto crítico aportando calories en el proceso de congelación para equilibrar las perdidas en los procesos de radiación , convección, evaporación.



Ventajas e inconvenientes de Aspersores y microaspersores con y sin pulsares

- **ventajas**

- Muy eficaz a bajas temperaturas
- Fácil puesta en marcha
- Sistemas contrastados
- Bajo coste de explotación

- **Inconvenientes**

- Averías del sistema
- Falta de caudal
- Rupturas de ramas
- Encharcamientos
- Inversión inicial de temperatura
- Puede provocar mas daño si se aplica mal.

CAUDAL NECESSARI DE L SISTEMA

- } El caudal tiene que ser suficiente para mantener una película de agua líquida sobre el hielo, siempre se tiene que ver agua en el estado líquido para congelarse.
- } Si hay una mezcla de hielo y agua líquida cubriendo las plantas y el agua hace gotas desde el hielo, entonces el caudal es suficiente. Si toda el agua se congela y tiene una apariencia blanca, lechosa, como la escarcha, entonces el caudal es demasiado bajo por las condiciones meteorológicas que tenemos.
- } Podemos jugar con la presión de bombeo para variar el caudal en los sistemas no autocompensantes y así la pluviometría.

ASPERSORES

BOQUILLA	4 mm 5/32"		4,4 mm 11/64"	
	BAR PSI	L/H GPH Ø m Ø ft	L/H GPH Ø m Ø ft	L/H GPH Ø m Ø ft
2	900	27,5	1000	28
29	238	90	264	92
2,5	980	28	1140	29
36	259	92	301	95
3	1065	29,5	1225	30
44	281	97	324	98
3,5	1150	30,6	1295	31,2
51	304	100	342	102
4	1230	31	1390	32,3
58	325	102	367	106
4,5	1290	31,2	1445	32,5
65	341	102	382	107
5	1360	31,8	1510	32,5
73	359	104	399	107

 Estándar  Diámetro de cobertura

marco aspersores		marco aspersores	
18x16	18x18	18x16	18x18
288	324	288	324
PLUVIOMETRIA			
4 mm	4mm	4,4 mm	4,4 mm
3,40	3,02	3,96	3,96
3,70	3,29	4,25	3,78
3,99	3,55	4,50	4,00
4,27	3,80	4,83	4,29
4,48	3,98	5,02	4,46
4,72	4,20	5,24	4,66

TEMPERATURA A LA QUE PROTEGIMOS EL CULTIVO EN FUNCIÓN DEL CAUDAL DE LOS ASPERSORES

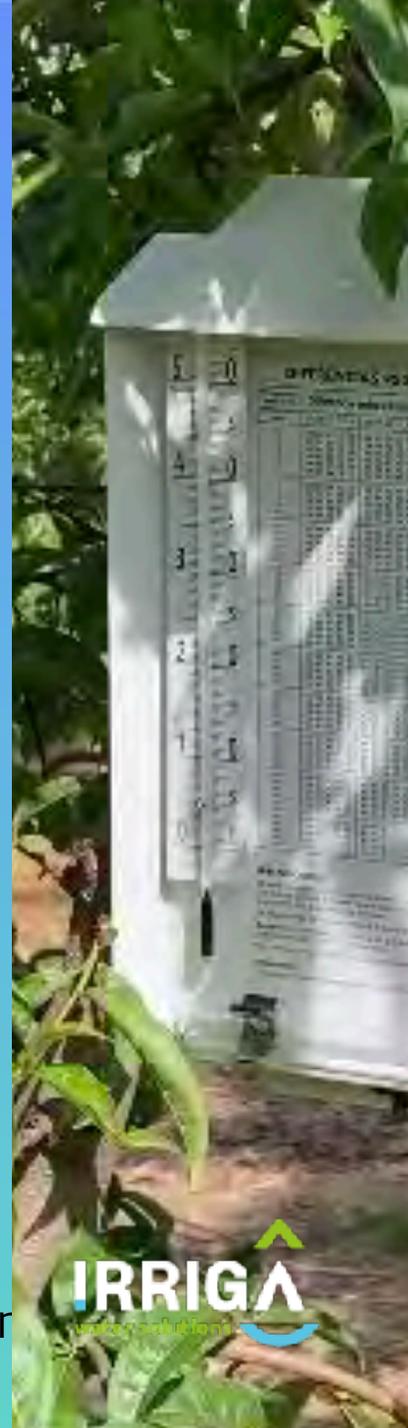
TABLA 2.1

Caudales para aspersores de protección por encima de la cubierta de cultivos altos (frutales y viña) y bajos, en función de la temperatura mínima y la tasa de giro, para velocidades de viento entre 0 y 2,5 m s⁻¹

TEMPERATURA MINIMA °C	CULTIVOS ALTOS		CULTIVOS BAJOS	
	30 s rotación mm h ⁻¹	60 s rotación mm h ⁻¹	30 s rotación mm h ⁻¹	60 s rotación mm h ⁻¹
-2,0	2,5	3,2	1,8	2,3
-4,0	3,8	4,5	3,0	3,5
-6,0	5,1	5,8	4,2	4,7

NOTA: Los caudales son casi 0,5 mm h⁻¹ más bajos cuando no hay viento y casi 0,5 mm h⁻¹ más altos con velocidades de viento próximas a 2,5 m s⁻¹. Los caudales para "cultivos bajos" se refieren a cultivos herbáceos con cubierta similares en tamaño a las fresas. Los cultivos que cubren todo el campo o en hileras (e.g. patatas y tomates) requieren caudales intermedios.

Se puede observar la importancia de la velocidad de rotación, para asegurar que tener en



PUESTA EN MARCHA DEL RIEGO

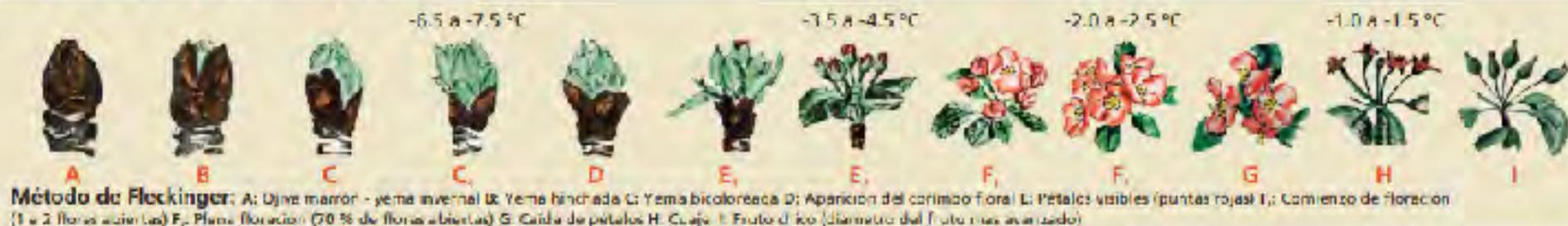
- } Por la puesta en marcha del sistema de aspersión debemos basarnos en la temperatura húmeda.
- } Debemos poner en marcha los aspersores, cuando la temperatura húmeda es algo más alta que la temperatura crítica (temperatura a la que los tejidos vegetales sufrirán daños, en función del estado fenológico de la planta).
- } Como criterio de prudencia, debido a que las temperaturas críticas son algo cuestionadas, es aconsejable poner en marcha el sistema cuando la temperatura húmeda llega:
 - ❖ Con aspersores a los 0° C
 - ❖ Micro aspersión de 2 l/m² a 1° C
 - ❖ Micro aspersión con pulsadores 2° C

ESTADOS FENOLÓGICOS DE LOS FRUTALES Y TEMPERATURAS CRÍTICAS DE DAÑO

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
 Centro Regional Palagonia Norte
 Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle
 Ruta 226, km 1190 - Allen - Tío Negro - Argentina - Tel: +54 258 443 3000 - www.inta.gov.ar/altovalle
 una respuesta tecnológica al desafío de la agricultura sustentable del futuro



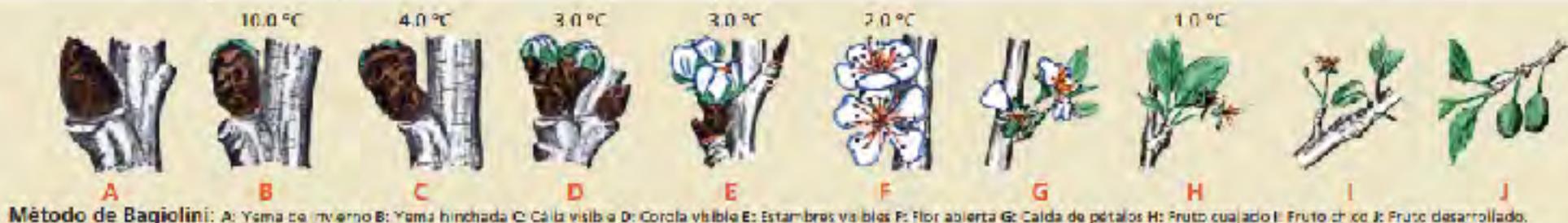
Manzano



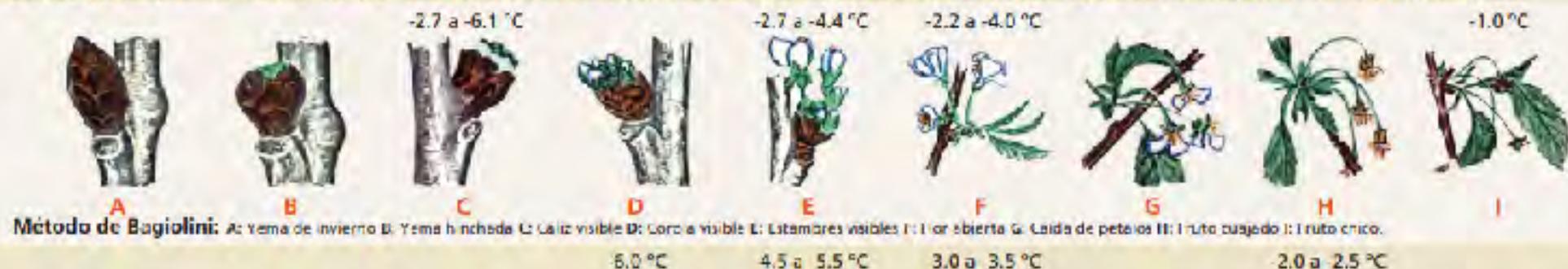
Peral



Ciruelo



Cerezo



MICROASPERSORES DIRIGIDOS SOBRE EL CULTIU

Con los microaspersores podemos actuar de dos formas:

Mojando el 100% de la superficie, al igual que los aspersores, con lo que no conseguiremos una disminución de volumen de agua necesaria.

Mojar sólo la franja de cultivo o el árbol, con lo que podemos ahorrar una parte importante del volumen necesario.

PRECIPITACION EFECTIVA [#]					
Sistema	Aspersor	Espaciamento (m)	Caudal (l/h)	Tasa (mm/h)	Descarga (m ³ /ha/h)
Cobertura total	Impacto	18x18	1610	5	50
Focalizada	2002	2x5	35	5	35
Franja	Flipper	7x3	35	5	16.6

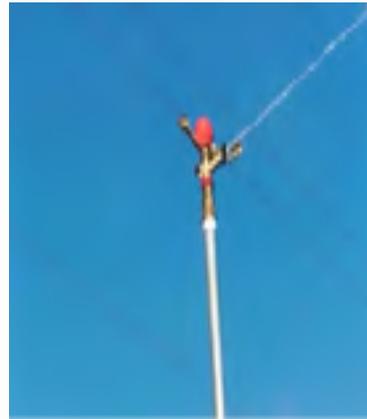
Características dels microaspersores dirigidos sobre el cultivo.

- Concentramos el riego sobre las plantas y minimizamos el riego sobre los caminos.
- Conseguimos una disminución del caudal por ha, sin disminuir el caudal sobre las plantas.
- Pasamos de pluviometrías de 3,8 a 4,6 mm a pluviometrías de 1,7 a 3,1 mm. En caso de viento, mejor estar a 3,1 mm.
- Con pulsares podemos bajar a pluviometrías de 1,2 mm
- En ensayos realizados en California en viñedo no se han encontrado diferencias significativas entre la protección antihelada con aspersion y microaspersores dirigidos sobre el cultivo, ni en volumen, ni en calidad del producto. Jorgensen (1996)

DIFERENCIAS ENTRE DIFERENTES SISTEMAS

ASPERSIÓN

- Presión de trabajo 3,5 KG/CM²
- Caudal per Ha entorno : 45 m³/h
- N° de aspersores 31/ha
- Filtraje 2 mm
- Potencia absorbida por ha 9,05 cv



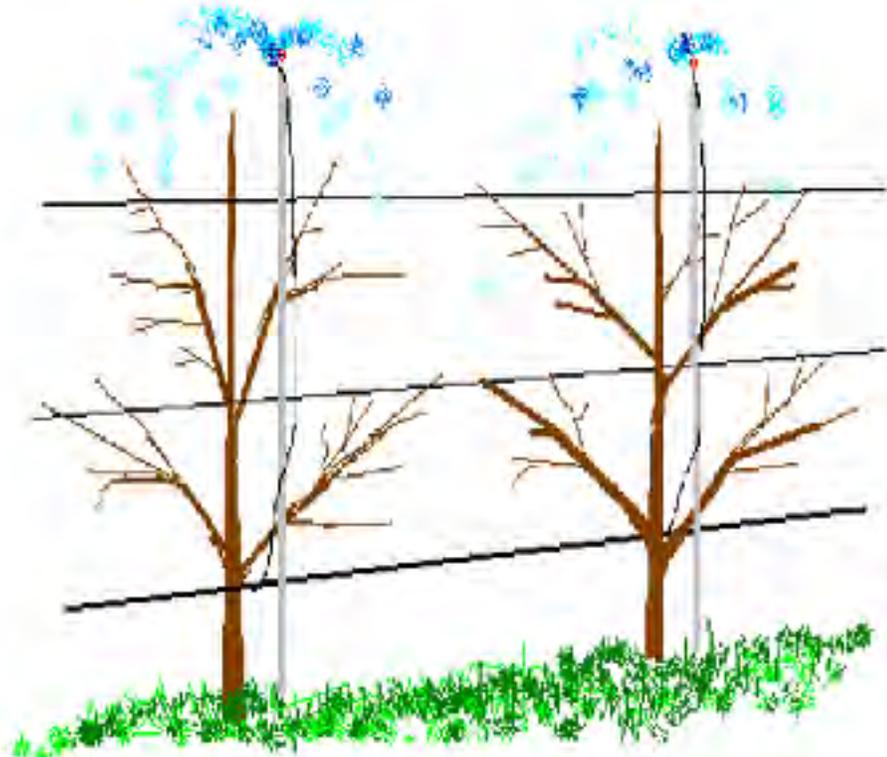
MICROASPERSIÓN con y sin pulsar

- Presión de trabajo desde 1,5 /CM²
- Caudal per ha de 12- 33 m³/h
- N° de micros 277- 1000 ha
- Filtración 0,1 mm
- Potencia absorbida per ha 3,28 cv



Antecedentes

Microaspersión. Protección de bajo caudal sobre la copa.



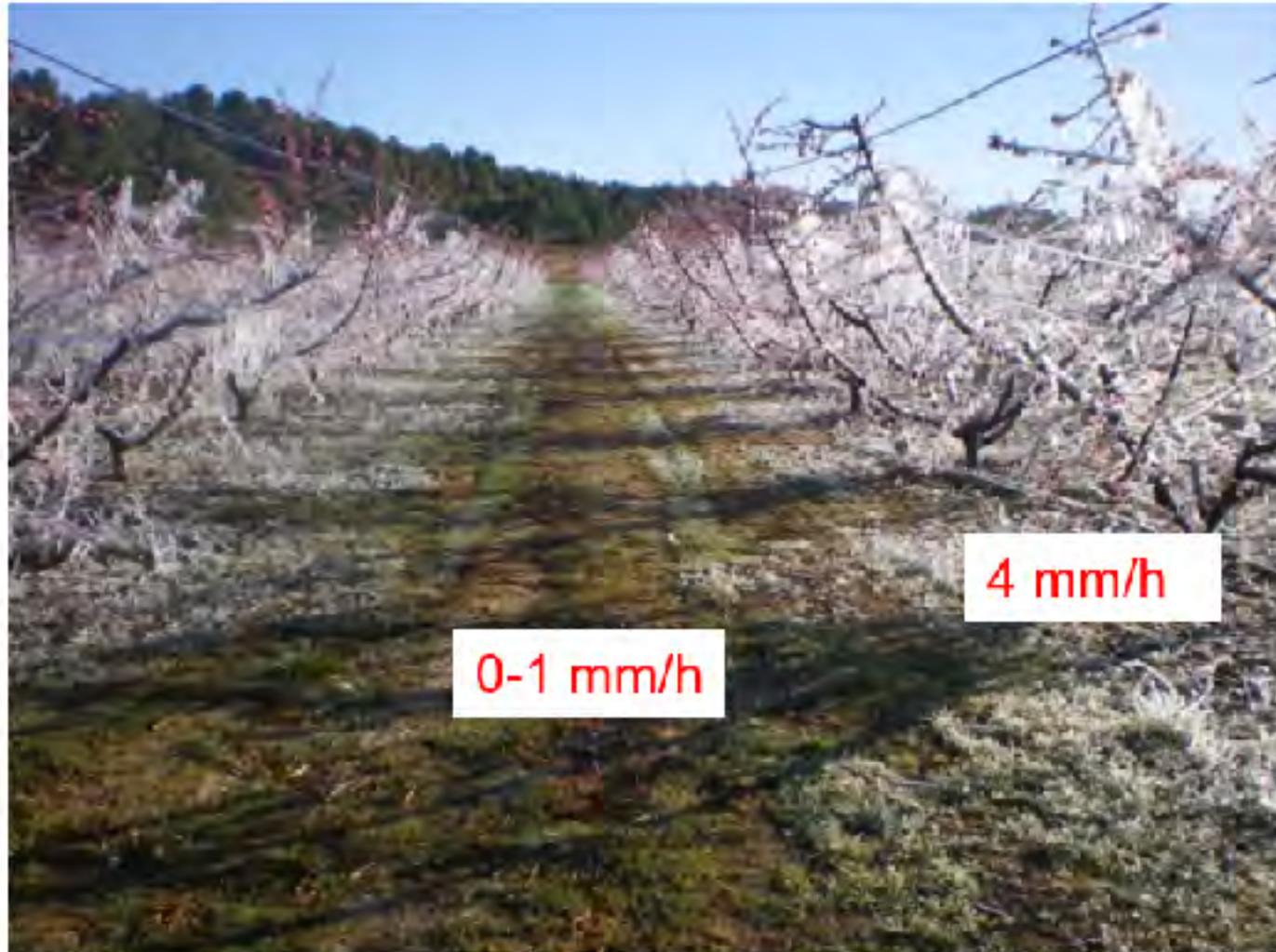
Bajo consumo de agua.

No moja las calles

Minimiza el daño a la vegetación

Antecedentes

Microaspersión. Protección de bajo caudal sobre la copa.



Melocotón. 6x4 m.

Mazaleón, Teruel.

Gyronet LR 70 l/h

29 m³/h.ha

Diferencia entre microaspersores y pulsar

- Caudalímetro-emisor
- Válvula antidrenante
- Pulsar
- El micro funciona intermitente



PORQUE SE PRODUCEN DAÑOS CON EL SISTEMA ANTIHELADA CON AGUA

Cuando hace viento, parte del agua se evapora, con lo que se pierden 2.501 kJ (597 kcal) por cada kg de agua que se evapora.

Enfriar el agua de 20° a 0° y su congelación libera 418 kJ (100 Kcal) por kg de agua. Se necesita 6 veces más agua congelada que evaporada para mantener el equilibrio térmico.

Cuando cae sobre las gemas, flores y frutos se enfría y se congela liberando calor, pero si no cae agua, el calor se irradia, o el agua se evapora. De ahí la importancia de la velocidad de giro de los aspersores y el venteado ya de los microaspersores, que mojan en todo momento.

Para los microaspersores que dirigen el agua sobre la planta, con bajo volumen, la idea es aplicar agua de forma continuada, que nunca falte una película de agua sobre el hielo. Si la cantidad de agua es menor de la que se necesita, se puede producir una bajada de temperatura y producir daños.

FIGURA 7.10

Cambios en la temperatura del borde de la hoja cuando se humedece por un sistema de aspersión aplicando agua a $2,8 \text{ mm h}^{-1}$ con tasas de rotación de 120, 60 y 30 s, temperatura del aire cerca de $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, una temperatura del bulbo húmedo próxima a $-2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y una velocidad del viento cercana a los $5,5 \text{ km h}^{-1}$ (según Wheaton y Kidder, 1964)

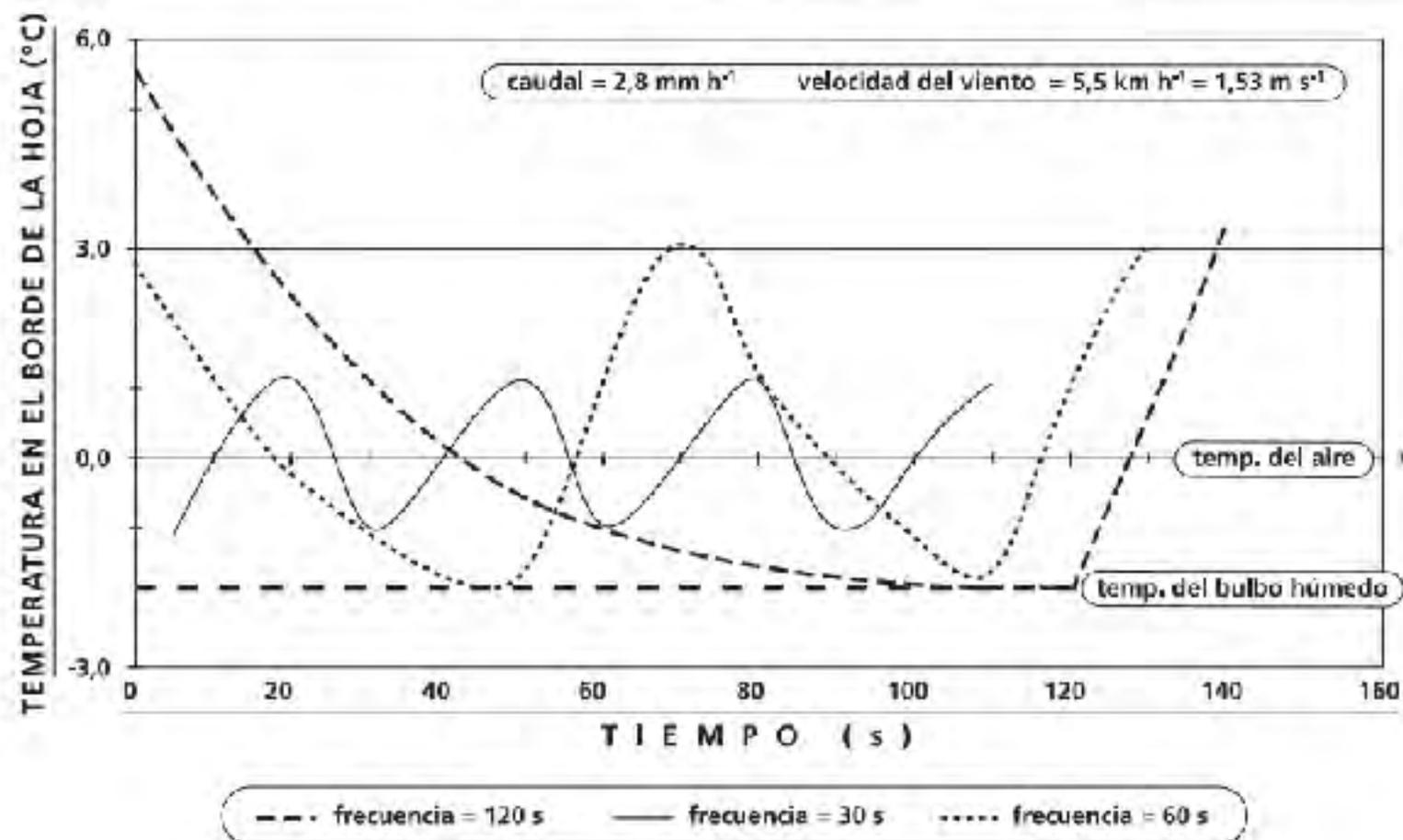


TABLA 7.5

Temperaturas (°C) mínimas del aire para poner en marcha y parar para la protección contra las heladas con aspersores como una función de la temperatura del bulbo húmedo y del punto de rocío (°C) al nivel medio del mar

TEMPERATURA DEL PUNTO DE ROCÍO °C	TEMPERATURA DEL BULBO HUMEDO (°C)						
	-3,0	-2,5	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	0,0
0,0							0,0
-0,5						-0,5	0,3
-1,0					-1,0	-0,2	0,6
-1,5				-1,5	-0,7	0,1	1,0
-2,0			-2,0	-1,2	-0,4	0,4	1,2
-2,5		2,5	-1,7	0,9	0,1	0,7	1,5
-3,0	-3,0	-2,2	-1,4	-0,6	0,2	1,0	1,8
-3,5	-2,7	-2,0	-1,2	-0,4	0,4	1,3	2,1
-4,0	-2,5	1,7	0,9	0,1	0,7	1,5	2,3
-4,5	-2,2	-1,4	-0,7	0,1	1,0	1,8	2,6
-5,0	-2,0	-1,2	-0,4	0,4	1,2	2,0	2,8
-5,5	-1,7	-1,0	-0,2	0,6	1,4	2,2	3,1
-6,0	-1,5	-0,7	0,1	0,9	1,7	2,5	3,3
-6,5	-1,3	-0,5	0,3	1,1	1,9	2,7	3,5
-7,0	-1,1	-0,3	0,5	1,3	2,1	2,9	3,7
-7,5	-0,9	-0,1	0,7	1,5	2,3	3,1	3,9
-8,0	-0,7	0,1	0,9	1,7	2,5	3,3	4,1
-8,5	-0,5	0,3	1,1	1,9	2,7	3,5	4,3
-9,0	-0,3	0,5	1,3	2,1	2,9	3,7	4,5
-9,5	0,1	0,7	1,5	2,2	3,1	3,9	4,7
-10,0	0,1	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,9

NOTA: Seleccione una temperatura del bulbo húmedo que esté por encima de la temperatura crítica de daño para el cultivo y localice la columna apropiada. A continuación escoja la hilera con la temperatura correcta del punto de rocío y lea la temperatura del aire correspondiente de la Tabla para abrir o cerrar los aspersores. Esta Tabla es para el nivel medio del mar, que debería ser razonablemente precisa hasta unos 500 m de elevación.

TABLA 7.6

Temperatura del punto de rocío (°C) correspondiente a la temperatura del aire y a la humedad relativa

HUMEDAD RELATIVA (%)	TEMPERATURA DEL AIRE (°C)								
	-2,0	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	
100	-2,0	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	
90	-3,4	-1,4	0,5	2,5	4,5	6,5	8,4	10,4	
80	5,0	3,0	1,1	0,9	2,8	4,8	6,7	8,7	
70	-6,7	-4,8	-2,9	-1,0	1,0	2,9	4,8	6,7	
60	-8,7	-6,8	-4,9	-3,0	-1,2	0,7	2,6	4,5	
50	-11,0	-9,2	-7,3	-5,5	-3,6	-1,8	0,1	1,9	
40	-13,8	-12,0	-10,2	-8,4	-6,6	-4,8	-3,0	-1,2	
30	-17,2	-15,5	-13,7	-12,0	-10,2	-8,5	-6,8	-5,0	
20	-21,9	-20,2	-18,6	-16,9	-15,2	-13,6	-11,9	-10,2	
10	-29,5	-27,9	-26,4	-24,8	-23,3	-21,7	-20,2	-18,6	

NOTA: Seleccione una humedad relativa en la columna izquierda y la temperatura del aire en la fila superior. Entonces encuentre la correspondiente temperatura del punto de rocío en la Tabla.



CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN

❖ **INSTALACIONES NUEVAS**

- Aprovechar las zanjas y la instalación de goteo

❖ **INSTALACIONES EXISTENTES**

- Con aspersores generales enterradas por las puntas y laterales aéreos en polietileno
- Microaspersión con pulsar se puede aprovechar la acometida de goteo poniendo llaves para la antihelada. Mejor independiente para simplificar el manejo.
- Microaspersión sin pulsar depende del caudal de las dos instalaciones.

Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía



Volumen 1

10

SEPIE SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
MEDIO AMBIENTE, CLIMA Y SUELO | RIEGUE IRDIA | [MONITOREO Y EVALUACIÓN](#)



Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía



Volumen 1

10

SEPIE SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
MEDIO AMBIENTE, CLIMA Y SUELO | RIEGUE IRDIA | [MONITOREO Y EVALUACIÓN](#)





P.I. Camí dels Frares, 25190 Lleida

tel. 973257863

info@irriga.es