



# Los veinte puntos clave de los riegos por aspersión y subarbóreo contra las heladas

Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle  
Agencias de Extensión Rural Valle Medio y Río Colorado





## LOS VEINTE PUNTOS CLAVE DE LOS RIEGOS POR ASPERSIÓN Y SUBARBÓREO CONTRA LAS HELADAS

Publicado en:  
**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**  
**Centro Regional Patagonia Norte**  
**Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle**  
Ruta Nacional 22, km 1190, Allen, Río Negro, Argentina.  
Tel. +54-298-4439000  
www.inta.gov.ar/altovalle

©INTA, 2018.

Edición y Diseño:  
Sección Comunicaciones del INTA Alto Valle.

Autores:  
Rafael De Rossi - INTA - AER Río Colorado  
derossi.rafael@inta.gov.ar  
Diana Fernandez - INTA - AER Valle Medio  
fernandez.diana@inta.gov.ar  
Andrea Rodríguez - INTA - EEA Alto Valle  
rodriguez.andrea@inta.gov.ar

Fotografías:  
Rafael De Rossi, Dolores Raffo (INTA) y Roberto Gaspar (Prod.).

Colaboradores:  
Luis Iannamico (INTA) y Jorge Toranzo.

**Agencia de Extensión Rural Valle Medio**  
Villa Galense 575, Luis Beltrán, Río Negro  
Tel. +54-2946-481126  
/ inta vallemedio

**Agencia de Extensión Rural Río Colorado**  
Moreno 695, Río Colorado, Río Negro  
Tel. +54-2931-432756  
/ inta aer rio colorado

Todos los derechos reservados. No se permite la reproducción total o parcial, la distribución o la transformación de esta publicación, en ninguna forma o medio, ni el ejercicio de otras facultades reservadas sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes vigentes.

Los valles patagónicos poseen un clima semidesértico con un período libre de heladas de 209 días. En el año se registra una media de 47 heladas; sin embargo, las otoñales y primaverales son las agrónomicamente importantes, con una frecuencia media de 3 a 5 en septiembre y de 1 a 3 en abril.

En cuanto a las intensidades de dichas heladas se ha evaluado localmente que en primavera, el 50% son del tipo suave (0°C a -2°C) y las restantes de moderadas a fuertes (menores a -2,1°C). En otoño, el 83% han sido suaves. De acuerdo con las mínimas absolutas medidas desde 1988, se han registrado heladas de hasta -7,7°C en septiembre (1994), -2,9°C en octubre (1999) y -2,5°C en noviembre (1992) y valores de hasta -3,5°C (1989) durante marzo y abril.

Intensidad y frecuencia de heladas por mes en fruticultura

Tipo		Heladas Primaverales	Heladas Otoñales
Suaves (0 a -2°C)		50%	83%
Moderadas a fuertes (-2,1°C o menos)		50%	17%
Mínima absoluta	SEP	-7.7°C	
	OCT	-2.9°C	
	NOV	-2.5°C	
	MAR y ABR		-3.5°C

La intensidad de una helada está en relación con la temperatura mínima alcanzada y su duración, y los posibles perjuicios son proporcionales a ello. Los daños físicos y económicos son muy importantes porque disminuyen notablemente el rendimiento y retardan la entrada en producción de los cultivos jóvenes.

Los métodos activos de control son la tecnología adecuada y más eficiente para atenuar o evitar el efecto de esta adversidad climática sobre los cultivos locales.

## LOS 20 PUNTOS CLAVE

- Una ayuda para entender frente a qué tipo de helada estamos es disponer de un par de termómetros calibrados, uno seco y otro de bulbo húmedo.



La calibración puede hacerse con un termómetro patrón sin error, o con una mezcla de hielo picado y agua: el error será la diferencia entre lo que marque el termómetro y el 0°C. La correcta ubicación de los termómetros es clave para que los datos sean confiables.

Foto 1

- Cuanto mayor sea la diferencia de lecturas entre uno y otro, la caída de temperatura será más rápida y la mínima más intensa (1: ver Anexo).



Foto 2

- Para que el termómetro húmedo dé un valor correcto, habiendo temperaturas bajo cero, se deberá mojarlo con agua destilada y volver a leer antes de que se congele.

### RIEGO POR ASPERSIÓN CLÁSICO

Su uso en frutales de carozo entraña un aumento inevitable de problemas sanitarios, concretamente en relación a bacteriosis y Monilinia, lo cual debe ser considerado con refuerzos en el plan sanitario.

- El encendido y el apagado de un equipo se decide en base a la temperatura del termómetro húmedo, que refleja la temperatura de la planta en el momento de ser mojada.
- Para definir el momento del encendido se considera la temperatura crítica de daño como referencia. Si el descenso de temperatura es rápido (mayor a 1-2°C/hora) prender 1 ó 2°C antes de la temperatura crítica. Si el descenso es lento (menor de 1°C/hora) encender en dicha temperatura crítica.

- Otro criterio es no tener en cuenta la temperatura crítica y prender a 0°C en el termómetro húmedo. Puede ocurrir que se prenda innecesariamente en algunos casos, ya que la temperatura nunca llegará a producir daño en el cultivo.

- La temperatura crítica depende del cultivo y del estado fenológico, es decir, del estado de desarrollo de la yema, flor o fruto (2: ver Anexo).

- En el momento de prender, si hay viento superior a 3,6 km/h, no hacerlo. Lo óptimo es contar con un anemómetro digital.



Una manera práctica y simple aunque imprecisa de estimar la velocidad del viento es utilizando 2 metros de papel higiénico colgado. Este no debe inclinarse más allá de los 45°. Si el viento se levanta una vez que se prendió, solo queda aumentar el caudal con más presión. Es importante contar con un buen servicio de pronóstico para saber si se va a levantar viento durante la noche o a la madrugada, porque en ese caso el daño puede ser importante.



Foto 3. Anemómetro digital.

9 Al mezclar cultivos de distinta susceptibilidad al frío en un mismo equipo, la toma de decisiones se realiza en función del más sensible.

10 La pluviometría media depende del cultivo o variedad a proteger:

Cultivo/Variiedad	Pluviometría (mm/hora)
Almendros / Ciruelos japoneses	6
Otros frutales de carozo	5
Manzanos Gala; perales Packham's	4
Frutales de pepita en general	3

El número de aspersores/ha, su espaciamiento y funcionamiento definen la pluviometría. Los valores indicados pueden ser menores para sitios especiales y para aspersores tipo Woobler. El otro aspecto central del diseño se refiere a la uniformidad de la pluviometría dentro del área protegida. El diseño de la plantación misma debe contemplar desde su inicio qué tipo de defensa de heladas tendrá.

11 El indicador de que un equipo está funcionando bien es que en el extremo inferior de las "velas" siempre haya una gota de agua sin congelar y el hielo se vea traslúcido. El hielo opaco, no traslúcido, implica pluviometría insuficiente.



Foto 4. Gota de agua en el extremo de las velas de hielo en almendros.

12 En medio de una helada, una interrupción en el funcionamiento puede provocar daños más o menos importantes según la temperatura, la duración del corte y la presencia de viento.

El agua que recibe el órgano que se está protegiendo es la que libera el calor al cambiar de estado líquido a sólido y mantiene la temperatura a cero grado. Si ese aporte de agua se interrumpe, el hielo se sublima: pasa de sólido a vapor, tomando calor de la planta, la temperatura del órgano cae y se produce daño.

13 La eficiencia del sistema depende de la presencia de alamedas laterales. La defensa misma provoca el ingreso de aire más frío circundante al cuadro. En el diseño hay que reforzar borduras o ampliar el área defendida.

Si se exagera la densidad de alamedas puede haber otros efectos secundarios sanitarios y deficiencias hídricas o nutricionales en las filas de frutales adyacentes.

14 La eficiencia también depende del tamaño del área defendida: una superficie menor a 1 ha es más difícil de defender que otra de 4 que forme un bloque. Es decir, cuanto mayor superficie, menos influencia del entorno.

15 En el caso de tener fuentes de agua superficiales, el filtrado pasa a ser un tema clave. En el diseño hay que prever en la cañería escapes para la suciedad que siempre ingresa al equipo.



Foto 5. Reservorio conectado a un drenaje.

16 El apagado del equipo se decide de igual modo en base al termómetro húmedo: 1 a 3°C sobre la temperatura crítica, si no hay viento, con sol y aumento térmico sostenido. No es necesario que se descongelen las plantas.



Foto 6. Descongelamiento en curso. Puede apagarse el equipo.

## SUBARBÓREO O BAJOCOPA

Este sistema se encuentra en estudio, con ventajas sanitarias para el monte y simplicidad de manejo para el productor.



Foto 7. Equipo subarbóreo o bajocopa en funcionamiento

- 17 El encendido o el apagado se decide en base a la lectura de un termómetro seco, ubicado a 30 cm del suelo, cuando llegue a 0°C (3: ver Anexo).
- 18 En ninguna circunstancia este tipo de defensa induce daños por apagarse o por viento.
- 19 Con los conocimientos actuales se considera necesaria la misma pluviometría que la del riego por aspersión clásico.

Las bondades en cuanto a eficiencia de este tipo de defensa aún no se han cuantificado del todo.

- 20 La presencia de cobertura verde mejora la eficiencia de este sistema, al captar agua para que se congele. Sin cobertura verde, el agua se pierde por infiltración, sin formar hielo. En caso de ausencia de alamedas, puede complementarse con fuego en los bordes sur y oeste.

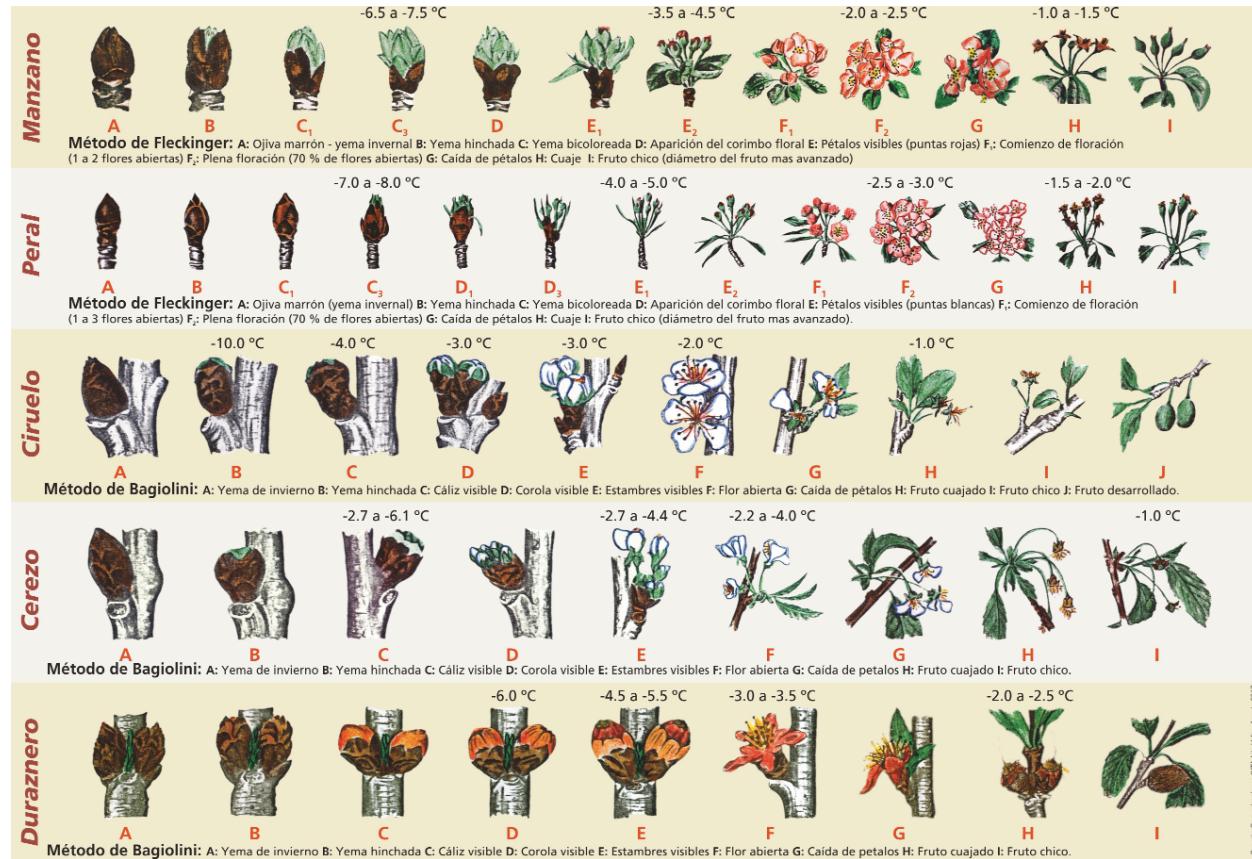


Foto 8. Estados fenológicos de los frutales y temperaturas críticas de daño

Fuente: INTA-MDS, Programa Cambio Rural

## ANEXO

[ 1 ] Viene del Punto 2 (pág. 3)

En la Tabla 1 se puede ver cuál es la humedad relativa obtenida de acuerdo con esta diferencia entre los dos termómetros (fila superior). En la tabla 2, con

ese valor de humedad se puede saber dónde se ubica el punto de rocío, lo cual nos informa de la peligrosidad del evento.

Tabla 1. Cálculo de la humedad relativa del aire a partir de la temperatura del bulbo seco y la diferencia de esta con la del bulbo húmedo

°C seco	0,5	1	1,7	2,2	5	5,6	6,1	6,7	7,2	7,8	8,3	8,9	9,4
-1,1	89	80	70	60	14	6							
-0,6	90	80	71	61	17	8							
0	90	81	72	62	19	10	3						
0,6	90	82	73	63	21	13	5						
1,1	90	82	74	65	24	16	8						
1,7	90	82	73	66	26	18	10	4					
2,2	91	82	74	65	28	20	13	6					
2,8	91	83	75	66	30	22	16	8					
3,3	91	83	75	67	32	24	17	10	4				
3,9	91	83	76	68	34	27	20	13	6				
4,4	92	84	77	68	36	28	22	15	8				
5	92	84	77	69	33	31	24	17	11	5			
5,6	92	84	77	70	34	28	26	19	13	6			
6,1	93	84	78	70	36	29	23	22	15	9	3		
6,7	93	85	78	71	37	31	24	18	17	12	5		
7,2	93	85	78	72	39	32	26	20	14	13	8	3	
7,8	93	86	79	72	40	33	27	22	16	11	11	5	
8,3	93	86	79	72	41	35	29	23	17	12	7	7	2
8,9	93	86	80	73	42	36	30	24	19	14	8	4	4
9,4	93	86	80	74	43	36	32	26	20	16	10	5	2
10	93	87	81	75	45	39	33	28	23	18	13	7	3

Los valores debajo de la línea quebrada son para agua y los superiores para hielo

Tabla 2. Valores de temperaturas mínimas alcanzadas con los valores de humedad relativa y temperatura del termómetro de bulbo seco

°C bulbo seco	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
-6,7	-20	-18,9	-16,7	-15,6	-14,4	-13,3	-12,2	-11,7	-10,6	-10	-9,4	-8,9	-7,8	-7,2	-6,7
-3,9	-17,8	-16,1	-14,4	-13,3	-12,2	-11,1	-9,4	-8,9	-7,8	-7,2	-6,7	-6,1	-5	-4,4	-3,9
-1,1	-15	-13,3	-11,7	-10,6	-9,4	-8,3	-6,7	-5,6	-5	-4,4	-3,9	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1
1,7	-12,8	-11,1	-9,4	-7,8	-6,7	-5,6	-4,4	-3,3	-2,8	-2,2	-1,1	0	0,6	1,1	1,7
4,4	-10	-8,9	-7,2	-5,6	-4,4	-3,3	-2,2	-1,7	-0,6	0,6	1,7	2,2	3,3	3,9	4,4
7,2	-8,3	-6,7	-5	-3,9	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	3,3	3,9	5	6,1	6,7	7,2
10	-6,1	-4,4	-2,8	-1,1	0	1,1	2,8	3,9	5	5,6	6,7	7,2	8,3	9,4	10

La relación entre la temperatura del bulbo seco y la Humedad Relativa (HR) nos indica qué tipo de helada se avecina: por ejemplo, con 1,7°C en el termómetro seco y con 40% de HR, el punto de rocío será alcanzado a los -9,4°C; con un 65% de HR, a los -3,3°C.

## ANEXO

[ 2 ] Ver Foto 8 (pág. 6)

Los árboles frutales de hoja caduca presentan estrategias para evitar en un primer momento la formación de hielo extracelular a través del superenfriamiento y posteriormente tolerando ese congelamiento con el inicio del proceso de deshidratación celular. Los umbrales para cada especie y variedad son diferentes y, además, cada tejido se comporta de manera específica. Un promedio de las temperaturas críticas se muestra en la Figura 1.

Los efectos de las heladas primaverales sobre los órganos reproductivos del almendro son muy variables. Se han observado respuestas diferentes entre genotipos o variedades, tejidos dentro de una misma planta y entre ciclos productivos.

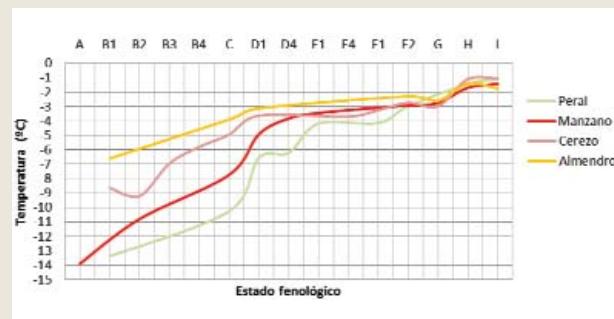
En nuestros estudios observamos que, si las flores permanecen por más de 30 minutos a la temperatura de formación de hielo dentro de la célula, se produce muerte celular y consecuentemente daño total del ovario.

Ante condiciones térmicas propicias para la desaclimatación de los tejidos, las flores de almendro mueren por congelamiento al exponerse por más de treinta minutos a temperaturas subcero de 2,5°C o menores.

Figura 1. Temperatura crítica de daño para diferentes especies y estados de desarrollo. Los valores de temperatura corresponden a los que ocasionan un 50% de la muerte de los órganos expuestos de 30 a 60 minutos

En nuestra investigación los datos obtenidos pueden considerarse como los primeros valores referenciales de tolerancia a las bajas temperaturas para el cultivar Guara, y están dentro de los rangos térmicos obtenidos por otros autores en otros cultivares. Por ejemplo, en floración, 100% de daño con temperaturas mínimas de -4°C en la variedad Ferragnes y para Felisia más del 50% de daño con temperaturas de -2,5°C, ambas expuestas por el lapso de 1 hora.

Analizando las temperaturas mínimas de 1990 a 2015 se observa que del 26 de agosto al 18 de septiembre (periodo medio de floración de almendros), la probabilidad de heladas es del 28% y se ha mantenido constante con 7 eventos por año. Si bien en los últimos 25 años ha disminuido la ocurrencia de heladas fuertes y muy fuertes, la frecuencia de temperaturas entre -2° y -3,9°C no ha variado. La peligrosidad de daño es alta para cualquiera de los subperíodos analizados (Tabla 3).



## ANEXO

Tabla 3. Peligrosidad de heladas primaverales para Alto Valle durante el periodo de floración de almendros\*, serie 1990-2015

Probabilidad de heladas (%)	Rangos probables de fechas de floración			
	26-31 ago.	1-5 sep.	6-11 sep.	12-18 sep.
Suaves (0° a -1,9°C)	37,0	37,8	62,0	48,6
Moderadas (-2° a -3,9°C)	42,0	42,2	20,0	40,0
Fuertes (-4° a -5,9°C)	13,0	15,5	10,0	8,0
Muy Fuertes (< -6°C)	7,4	4,4	7,5	2,7
Total (< 0°C)	30,4	25,6	22,7	21,0

\*fechas medias de inicio y fin de floración de Guara (serie 1978-2014) según Iannamico, 2015 b.

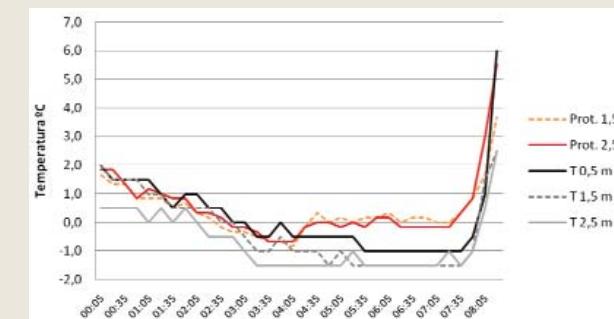
[ 3 ] Viene del Punto 17 (pág. 6)

Evaluamos que la efectividad en el uso de estos equipos depende de la resistencia que tenga el cultivo a las heladas y de factores microclimáticos propios de cada establecimiento. En experiencias locales hemos probado equipos con pluviometrías de 3,5 a 4,5 mm/h en diferentes unidades productivas. Con heladas de -1,5°C se ha obtenido un excelente control, manteniendo la temperatura del aire a 0°C hasta los 2,5 m de altura (Figura 2).

En aquellos establecimientos donde se cuenta con diferentes cultivos, por ejemplo, peras, manzanas y ciruelas, al proteger ciruelas se requiere prender el equipo mucho antes de llegar al 0°C para aumentar el nivel de humedad relativa y asegurar la efectividad del sistema. Con heladas de hasta -5°C (registro fuera

Figura 2. Marcha térmica dentro de un cuadro de duraznos con sistema de control bajo copa. Líneas grises corresponden a los termómetros testigos fuera del cuadro protegido

del cuadro) se observó que la ganancia térmica fue de 3°C. Por lo tanto se llega a valores de -2°C que en términos generales corresponden a las temperaturas críticas de daño o umbrales de tolerancia para el estado de plena floración. La durabilidad de la helada jugaría un papel primordial en determinar el grado de daño. En otras evaluaciones se observó que las ganancias térmicas no son uniformes y varían de 0,5° a 1,5°C, dependiendo de la influencia de áreas aledañas.



## ALMENDRO: ESTADOS FENOLÓGICOS Y TEMPERATURAS CRÍTICAS DE DAÑO



Estado A. **-6,5°C**



Estado B. **-4,5°C**



Estado C. **-4°C**



Estado D. **-3°C**



Estado E. **-3°C**



Estado F. **-2,5 a -3°C**



Estado G. **-2°C**



Estado H. **-1°C**



Estado I. **-1°C**

- ESTADO A | *Yema de invierno* | **-6,5°C**
- ESTADO B | *Yema hinchada* | **-4,5°C**
- ESTADO C | *Se ve el cáliz* | **-4°C**
- ESTADO D | *Se ve la corola* | **-3°C**
- ESTADO E | *Se ven los estambres* | **-3°C**
- ESTADO F | *Flor abierta* | **-2,5 a -3°C**
- ESTADO G | *Caída de los pétalos* | **-2°C**
- ESTADO H | *Fruto cuajado* | **-1°C**
- ESTADO I | *Fruto tierno* | **-1°C**

Fotografías: Universitat de Lleida, Unidad de Fruticultura  
<http://www.fruticultura.udl.es/Fruticultura/organografiaFenologiaFruiteras/ametller.html>

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

#### AGENCIA DE EXTENSIÓN RURAL VALLE MEDIO

Villa Galense 575, Luis Beltrán, Río Negro, Argentina.

☎ +54 2946 481126

👉 [www.inta.gov.ar/altovalle](http://www.inta.gov.ar/altovalle)

📘 / inta vallemedio

**Ing. Agr. Diana Fernández**

✉ [fernandez.diana@inta.gov.ar](mailto:fernandez.diana@inta.gov.ar)

#### AGENCIA DE EXTENSIÓN RURAL RÍO COLORADO

Moreno 695, Río Colorado, Río Negro, Argentina.

☎ +54 2931 432756

👉 [www.inta.gov.ar/altovalle](http://www.inta.gov.ar/altovalle)

📘 / inta riocolorado

**Ing. Agr. Rafael De Rossi**

✉ [derossi.rafael@inta.gov.ar](mailto:derossi.rafael@inta.gov.ar)



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación