



CAPÍTULO 11

ADVERSIDADES CLIMÁTICAS

El Alto Valle de Río Negro y Neuquén está ubicado en la confluencia de los ríos Limay y Neuquén inferior y Negro superior y comprendido entre los 38°40' y 39°20' de Latitud Sur y 66°50' a 68°20' de Longitud Oeste. Los valores de altitud van de 400 a 200 metros sobre nivel del mar. Las menores alturas se registran hacia el oeste del valle.

La región se caracteriza por tener un clima árido a semiárido, mezo termal y con lluvias deficientes durante todo el año.

En la región, el cultivo frutícola se ve afectado por tres adversidades climáticas principales: heladas, altas temperaturas y vientos.

11.1. HELADAS

Se considera que ocurre una helada cuando la temperatura del aire está por debajo de 0°C. Los frutales cultivados en esta zona de la Patagonia están expuestos a sufrir daños por heladas primaverales, adversidad climática de mayor importancia económica en la región.

Si bien la frecuencia de temperaturas bajo cero disminuye a medida que avanza la primavera, el mayor riesgo de daño por frío se produce precisamente durante este período, que coincide con los estados fenológicos más sensibles del cultivo: la floración, el cuaje y las primeras semanas de crecimiento de los frutos (hasta que alcanzan tamaños de 2-3 cm de diámetro).

En la Tabla 11.1 se puede observar una caracterización regional de heladas realizada con registros de

la Estación Agrometeorológica de la EEA INTA Alto Valle, ubicada en la localidad de Guerrico a 39°01' de Latitud Sur y a 67° 40' de Longitud Oeste, a 242 msnm. La información presentada corresponde al período 1990-2004 y ha sido registrada bajo las normas de observación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Tabla 11.1. Caracterización de heladas para la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Fecha media primera helada	14 de abril
Fecha extrema primera helada	28 de marzo
Fecha media última helada	03 de octubre
Fecha extrema última helada	04 de noviembre
Período medio con heladas	175 días
Período medio libre de heladas	190 días
Desvío de la fecha media de la primera helada	+/- 4,0 días
Desvío de la fecha media de la última helada	+/- 13,5 días

La frecuencia anual media de heladas es de 67,5 días. El 11,6% del total de las heladas anuales corresponde a las del tipo tardío o primaverales. Éstas, durante los meses de septiembre y octubre, son mucho menos frecuentes que las invernales y otoñales pero de mayor interés agronómico.

Desde 1990 hasta 2004, el mayor número de heladas registrado en el mes de septiembre fue de 11 y de 5 días para el mes de octubre. La frecuencia media fue de 6,3 y 1,3 días, respectivamente.

Con respecto a su intensidad, hay una mayor frecuencia de heladas suaves y moderadas en septiembre y octubre. En este momento intensidades mayores son menos frecuentes, pero los daños físicos y económicos en el cultivo son muy importantes, más aún si se considera que las heladas primaverales tienen una duración media de 1.1 a 7.9 horas.

11.1.1. Tipo de heladas

Radiactivas: Son las más frecuentes en la región y las únicas que se pueden combatir con métodos de defensa activos. Caracterizan a este tipo de heladas el cielo despejado, aire en calma y baja humedad atmosférica.

A partir de la puesta del sol, los cuerpos sólidos como los árboles 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 y con las plantas, aumenta de peso al adquirir mayor densidad y se deposita en las capas próximas al suelo dando lugar al fenómeno de inversión, es decir, la temperatura del aire aumenta con la altura hasta un determinado nivel, el llamado “techo de inversión”, a partir del cual la temperatura desciende a medida que nos elevamos.

Advectivas: se producen cuando la temperatura del aire desciende por debajo de 0°C con la presencia

de brisas o vientos suaves. Este movimiento de aire alcanza velocidades de 3.6 a 7.2 km/h, a la altura de los árboles.

De acuerdo con el contenido de humedad del aire, las heladas radiactivas y advectivas son clasificadas también en blancas y negras.

Las blancas ocurren con altos valores de humedad relativa, generando la saturación del ambiente y dando lugar a la formación de rocío sobre los vegetales. Este rocío indica que el agua atmosférica pasó de estado gaseoso a líquido y en consecuencia hubo liberación de calor atenuando el descenso de la temperatura del aire. Esta situación se asocia a daños por frío leves.

Las negras se desencadenan con bajos valores de humedad relativa. No hay formación de rocío sobre el vegetal porque la temperatura del aire necesaria para que esto ocurra está en valores muy inferiores a cero (bajo punto de rocío, por ejemplo -5°C). En esta situación se producen daños graves sobre el cultivo, asociados al quemado de hojas, flores o pequeños frutos.

Para poder llevar a cabo una defensa eficaz y económica contra las heladas es preciso conocer hasta qué punto la planta puede, en sus diferentes fases fenológicas, resistir las bajas temperaturas.

La resistencia a las bajas temperaturas varía mucho y depende de numerosos factores tales como el estado fenológico en el que se encuentre, la duración de la helada y la velocidad de descenso térmico, entre otros.

La sensibilidad al daño por bajas temperaturas aumenta a medida que avanza el desarrollo fenológico en primavera (Tabla 11.2). Esta sensibilidad tiene relación directa con el contenido de agua de los tejidos en los órganos del vegetal.

La temperatura a la cual la yema, flor o fruto muere se llama temperatura crítica (T_c). La muerte del tejido no se produce de inmediato al llegar a la T_c , sino después de estar sometida a ésta por más de 30 minutos. Al aumentar el tiempo de exposición, el porcentaje de daño es mayor.

Tabla 11.2: Temperaturas críticas de aire a las cuales se registra daño en pera cv. Williams para los estados fenológicos, según Fleckinger.

Pre-floración (E2-E3)	Plena Floración (F2)	Fruto Pequeño (H-cuaje)
- 3,7°C	- 2,5°C	- 1,5°C

Cuando hay un descenso térmico lento con una disminución de hasta 1°C por hora se reduce la posibilidad de daño por helada. Esto se debe a que el congelamiento del agua de los tejidos comienza en los espacios intercelulares, dándole la posibilidad a la planta de activar un mecanismo de defensa primario liberando agua desde el interior de la célula.

Cuando el descenso térmico es rápido, de 2°C por hora o más, se produce un congelamiento rápido de toda el agua presente en el tejido u órgano vegetal. En estos casos el daño es irreversible, y si la muerte de los tejidos ocurre en una etapa inicial de crecimiento del fruto, el daño es muy marcado en la cosecha (Fotos 11.1 y 11.2)



Fotos 11.1. Signos de daño por heladas tempranas

11.2. RIESGO DE DAÑO POR HELADAS PRIMAVERALES DEL CV. WILLIAMS A NIVEL REGIONAL

Del análisis conjunto entre la probabilidad de ocurrencia de temperaturas bajo cero y fechas de floración probables de la variedad, se pudo calcular el riesgo de daño.

Se trabajó con el registro de temperaturas mínimas de aire (sin abrigo) y fechas de plena floración de una serie de 29 años correspondiente a la Estación Agrometeorológica de la EEA INTA Alto Valle.

En la Tabla 11.3 puede verse la probabilidad de que la fecha de plena floración coincida con la probabilidad de ocurrencia de heladas que alcancen la temperatura crítica de daño. El riesgo de daño surge de multiplicar ambas probabilidades.

Tabla 11.3: Riesgo de daño por heladas primaverales para cv. Williams

	16-22 de sep.	23-29 de sep.	30 de sep.- 6 de oct.	7-15 de oct.	Total
Riesgo de Daño (%)	12	34,9	4,8	0,4	52,1

El riesgo de daño por heladas primaverales para la variedad Williams es del 52,1%, es decir habría daño en 5 de cada 10 años. Como se puede apreciar, con fechas de floración entre el 23 y 29 de septiembre se obtiene el mayor porcentaje de riesgo de daño, 34,9%. Si la floración ocurre una semana más tarde, el riesgo de daño disminuye considerablemente a un 4,8%.

Por lo expresado, en la región es necesario implementar sistemas de control de heladas primaverales para esta variedad.



Fotos 11.2. Signos de daño por heladas tempranas

11.3. MONITOREO DE LA TEMPERATURA

Es importante realizar correctamente esta tarea, porque es sobre la base de esta información y los conocimientos disponibles acerca de la sensibilidad varietal como podrá llevarse a cabo un control más eficiente de la helada y se disminuirá la posibilidad de daño sobre el cultivo.

En los montes frutales es necesario llevar a cabo 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 hectáreas (100m de ancho x 200m de largo) se instalan tres termómetros de mínima a 1.5 m de altura: uno de ellos en medio del cuadro y los otros dos en los extremos de una diagonal.

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

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

Temperatura mínima o índice actinotérmico (IA)
Es la temperatura medida con un termómetro de mínima expuesto a todo tipo de radiación, ubicado horizontalmente al aire libre. Este valor es cercano a la temperatura de las flores o frutos a proteger, por lo cual permite conocer cuándo se está cerca del valor crítico de daño para el cultivo.

Instrumental

Termómetros de mínima

Son termómetros de alcohol que por lectura directa indican cuál fue la temperatura más baja registrada en un tiempo determinado. Son utilizados comúnmente por su buen comportamiento y respuesta a temperaturas por debajo de 0°C. Inmerso en el alcohol hay un cursor en forma de T, que es arrastrado por el líquido al descender la temperatura y queda marcando la temperatura mínima ocurrida en la noche de helada (Foto 11.3). Se recomienda utilizar una escala con resolución mínima de 0,2°C. El observador, al realizar la lectura, debe apreciar la décima de grado.



Foto 11.3. Termómetro de mínima sobre mástil actinotérmico a 1,5 metros de altura

Instalación

El termómetro de mínima se instala apoyado en un soporte, en forma horizontal en dirección este-oeste geográfico (Foto 11. 4). 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.

Luego de realizada 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. El alcohol luego se condensa en gotitas en el extremo de la cámara de aire. Para unir estas gotas con el alcohol de la columna, deberán efectuarse golpes bruscos empuñando el termómetro desde la base. También es posible lograr ese efecto calentando el bulbo del termómetro lentamente en agua caliente.

Corrección anual del instrumental

Para el uso en defensa contra heladas, el error máximo admitido es de 0.2°C . Una vez al año, previo al periodo primaveral, es necesario efectuar 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, dentro de un trapo limpio. Luego se pasan a un termo de boca

ancha y se agrega agua destilada, con lo que se logra una mezcla de agua-hielo que garantiza una temperatura de 0°C . Posteriormente se introducen los bulbos de los termómetros en el termo y se lleva a cabo 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. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) realiza un control de calidad a los termómetros nuevos, donde se indica el error.

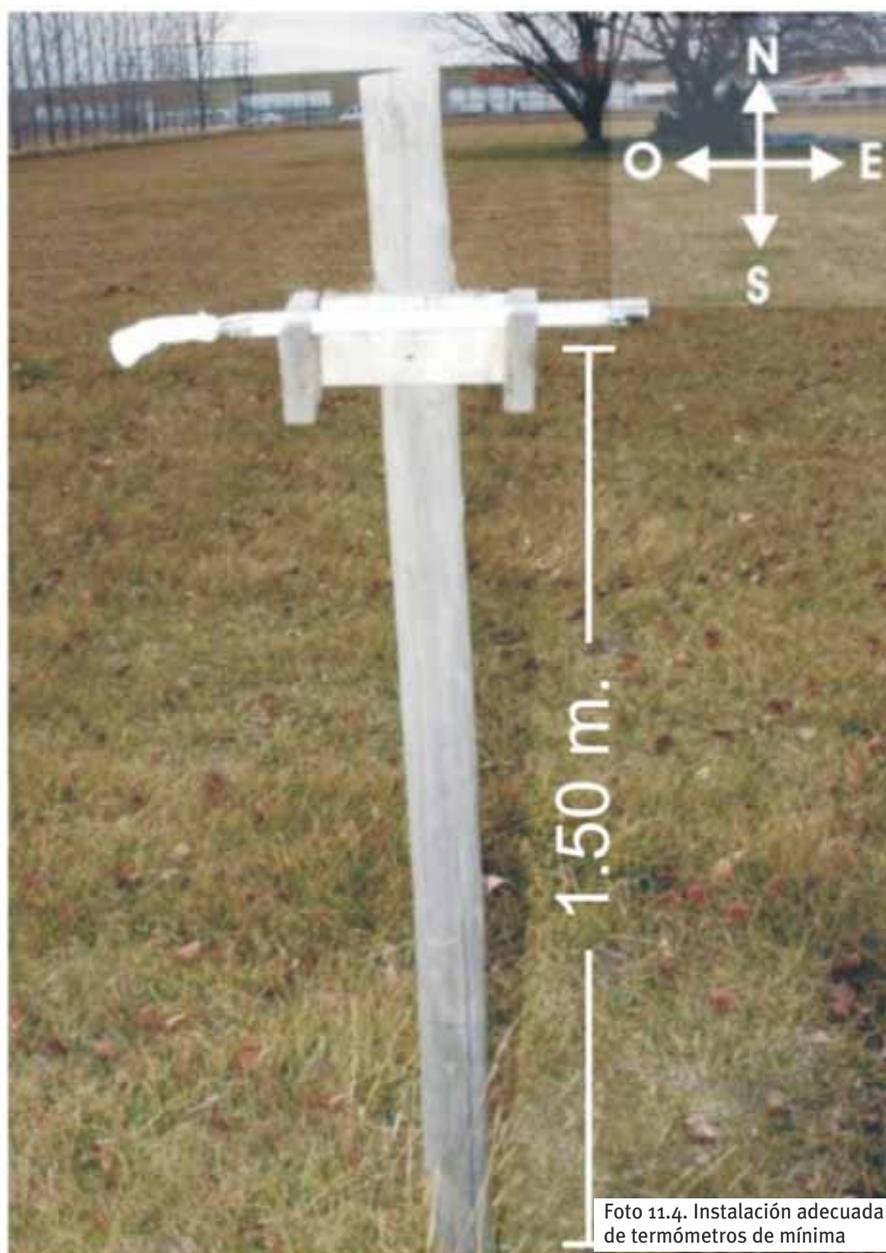


Foto 11.4. Instalación adecuada de termómetros de mínima

11.4. CONTROL DE HELADAS PRIMAVERALES

Los métodos de control se clasifican en pasivos y activos.

Control pasivo: consiste en la implementación de diferentes prácticas agrícolas que mejoran la captación y el almacenamiento de calor del suelo.

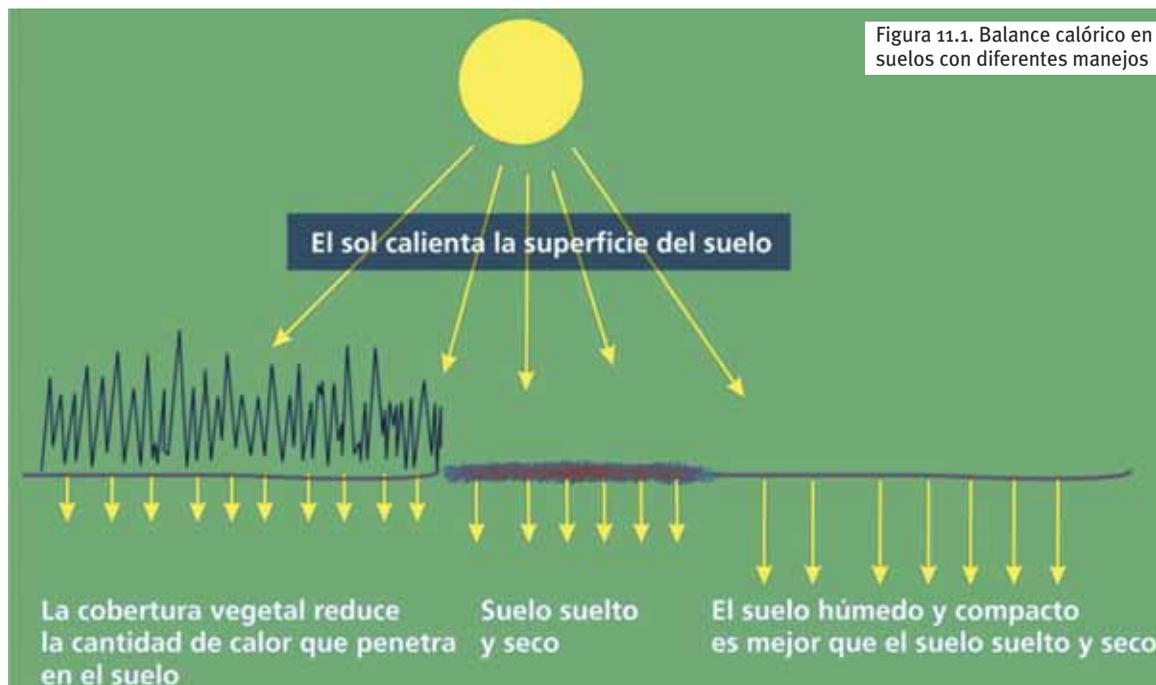
El suelo del monte frutal es un reservorio de la energía recibida del sol durante el día, y la libera a partir de la puesta de sol y durante la noche. Para maximizar esta acumulación de energía es necesario optimizar la conductividad térmica del suelo, con el aumento del contenido de agua y la consiguiente disminución del contenido de aire (Figura 11.1).

En la EEA Alto Valle, durante seis temporadas fueron comparadas las condiciones microclimáticas de un monte frutal en la primavera, manteniendo el suelo del interfilas en un sector libre de vegetación, compactado y húmedo y en otro sector cubierto de vegetación y seco. Se observó que, en general, las ganancias de temperatura en la mayoría de las noches fueron de hasta 1°C en un suelo libre de vegetación, compactado y húmedo, comparadas con las temperaturas de un suelo enmalezado y seco. Las ganancias térmicas se deben a un mayor calenta-

miento del suelo durante el día y una acumulación energética que en su liberación nocturna atenúa la helada. Sin embargo, si por exceso de riego se mantiene el suelo encharcado durante el día o los días siguientes, la energía del sol se refleja en el espejo de agua y vuelve a la atmósfera no pudiendo ser almacenada. El suelo en este caso pierde energía en forma constante y se enfría progresivamente, lográndose así un efecto contrario al de un suelo húmedo.

La preparación del suelo para la defensa pasiva, es decir, libre de vegetación, compactado y húmedo, se debe hacer a partir de la observación de las primeras flores abiertas. De esta manera, cuando las plantas se sensibilizan más al frío se mantiene el suelo en condiciones de absorber energía y disminuir en consecuencia los valores de temperatura mínima.

Si se mantiene el interfilas con una cubierta vegetal permanente, en primavera es recomendable conservar la vegetación a baja altura y con suelo húmedo. Así, parte de la energía incidente del sol llegará al suelo. El uso de estos métodos pasivos de defensa afecta negativamente el recurso suelo, porque disminuye el contenido de materia orgánica y los sucesivos riegos ayudan al ascenso de la capa freática. Bajo estas condiciones, la fisiología de la planta es afectada y en consecuencia se altera su ritmo de desarrollo y crecimiento.



Control activo: consiste en aumentar la temperatura de las plantas e impedir que se alcance el valor de temperatura crítica de daño del órgano a proteger. Independientemente del sistema que se decida utilizar, es necesario saber qué cantidad de calor se pierde en el cultivo. Esta energía perdida es la que se debe aportar para evitar el daño.

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. En noches sin nubosidad y con temperaturas de 0°C, previo al comienzo de una helada, son de 900.000 kilocalorías/hectárea/hora.

Cuando se protege un área con cualquiera de los métodos activos, se presenta una diferencia de temperatura entre la zona defendida, que se mantiene más caliente, y las áreas adyacentes, con menor temperatura y sin defensa. A medida que transcurre la helada se intensifican las diferencias de temperatura entre ambas áreas y es preciso incrementar los aportes en calorías en la zona protegida. Por ejemplo, para controlar una helada de 5-6°C bajo cero es necesario compensar la pérdida de 2.755.490 kcal/hora/ha.

Si el sistema de control es el riego por aspersión, el agua aporta la energía necesaria para aumentar la temperatura. El calor liberado por cada litro de agua al pasar del estado líquido al sólido es de 80 kcal. Por lo tanto, serán necesarios 34.400 l para proteger 1 ha durante una hora. Esto equivale a utilizar aspersores con una pluviometría de 3,44 mm/h.

En el caso de usar calefactores, el déficit de calor de la hectárea estará en función de la capacidad calórica de estos y del consumo horario de combustible. Un calefactor con una autonomía de 10 horas, un consumo de 1,5 l/h de combustible y una capacidad calórica de 10000 kcal/h, requiere 413 l de combustible/h/ha para hacer eficiente el control (distribuido aproximadamente en 150 calefactores por ha).

Recomendaciones para utilizar el método de riego por aspersión

La condición básica para el adecuado funcionamiento de este método es que durante el tiempo de uso en la defensa haya permanentemente agua lí-

quida congelándose sobre las plantas y órganos que se protegen. El calor liberado por el agua al congelarse, de 80 cal/g se transmite por conducción a través del hielo que recubre a las yemas, flores o frutos de la planta y aumenta así su temperatura.

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

- 1- errores de diseño que consideran aportes de agua insuficiente (mm/h) y con defectuosa distribución.
- 2- deficiente manejo del método (por ej., encendido, apagado, congelamiento de agua en cañerías).

El límite máximo de cantidad de agua a asperjar está relacionado con la capacidad del suelo para absorber esa lluvia y con la sensibilidad del portainjerto al encharcamiento o humedad en el sistema radicular.

En los frutales en general, la rotura de ramas o brindillas debido al peso del hielo, no es un fenómeno importante. La cantidad de hielo que se acumula tiene relación con el milimetraje de agua aplicado y con la duración de la helada.

Inicio de la defensa

Para iniciar la defensa, el operador debe basarse en las temperaturas de resistencia al frío del estado fenológico predominante en ese momento. Éstas son las obtenidas del termómetro húmedo colocado en el mástil fuera del cultivo, en un sector cercano. Al termómetro de mínima se le envuelve una muselina en el bulbo, que permite medir una temperatura mínima muy parecida a la que tendrá el cultivo al ser mojado con la puesta en marcha del equipo de aspersión.

A esta temperatura se la llama de bulbo húmedo. Para mantener el bulbo mojado se le agrega agua destilada y se esperan 10 minutos para que se estabilice antes de hacer la lectura.

Cuando el descenso térmico es brusco, con caídas del orden de 2°C/h o aún más pronunciadas, el equipo se deberá poner en marcha con 1°C por encima de la temperatura crítica de daño.

Si es lento, con caídas de temperatura del orden de 1°C/h o menos importantes, el equipo se pone en marcha cuando se llega a la temperatura de daño indicada para un estado fenológico determinado.

El viento es el principal factor que debe observarse 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 3.6 km/h. La altura de esta observación es la de los aspersores. Una buena referencia son las ramas finas de los árboles o la indicación dada por un papel liviano.

Si se observa que la tendencia es hacia un aumento en la velocidad del viento, no se debe comenzar a regar, aunque se haya llegado a la temperatura de daño del vegetal.

Un termómetro de mínima sin muselina instalado dentro del monte frutal a proteger se cubrirá también de hielo e indicará la misma temperatura de 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 pasar al estado de vapor de agua. Las calorías 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. Por ejemplo, cuando la temperatura del área no protegida sea del orden de -6°C a -7°C, y con una humedad relativa del 80%, el equipo sólo podrá permanecer apagado 15 minutos.

Durante el funcionamiento se debe constatar que haya 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 a 0°C.

En la motobomba se debe controlar cada media hora la presión de trabajo, y cada hora el nivel de abatimiento del agua en la perforación. Observar

con linterna desde la cabecera de las filas de plantas el tiempo de giro de los aspersores.

Si se produce una brisa durante el funcionamiento, la única posibilidad de contrarrestar el rápido enfriamiento es aumentar la presión de trabajo con el fin de incrementar el volumen de agua. De esta manera se compensará en parte el aumento de la pérdida de energía del monte frutal.

Fin de la defensa

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 esta 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°C, cuando se alcanza esa misma temperatura se puede apagar el equipo.

Una vez que los rayos solares atraviesan el hielo, comienza el descongelamiento desde el interior, es decir, del órgano hacia fuera. En este sentido, no es necesario esperar a que se derrita todo el hielo formado sobre la planta para apagar el equipo.

No debe apagarse el equipo en presencia de viento. De realizarse, los órganos de la planta cubiertos de hielo sufren un descenso brusco de temperatura y, en consecuencia, daños severos.

Uso de calefactores antiheladas

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

- a) convección del aire, el que al calentarse pierde densidad y asciende siendo 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 zona, la calefacción de los montes frutales se lleva a cabo con recipientes simples que queman combustible a fuego libre, o con calefactores más eficientes con chimenea y retorno del combustible mal quemado. Es recomendable la utilización de estos últimos modelos, porque disminuyen el grado de contaminación ambiental.

Los combustibles más empleados son el fuel-oil y las mezclas en proporciones variadas de fuel-oil con gas-oil.

La eficiencia de la calefacción depende de:

El nivel del techo de inversión nocturno: 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”, donde el calor generado se elevará en el espacio hasta la altura de 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.

La superficie a proteger: pequeñas superficies del orden de una a dos hectáreas son mucho más difíciles de defender que superficies mayores, y requerirán el gasto de más combustible para mantener la temperatura en los valores deseados. Esto se encuentra ligado a la relación del área protegida y la contigua no protegida (efecto borde) en la entrada de frío por advección-convección.

Manejo de los calefactores

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

- 1) Utilizar el termómetro en índice actinotérmico instalado a la altura de las primeras flores dentro del cuadro a proteger.
- 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 del culti-

var al frío en el día de la defensa. El encendido se efectúa cuando se está próximo a la temperatura crítica para el estado fenológico en cuestión y teniendo en cuenta el tiempo que se tarde en realizarlo.

- 5) Encender 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 se reinicie el descenso. Si la temperatura continuó en descenso, se sigue encendiendo el resto de los calefactores.
- 7) Respecto a la abertura de entrada del aire en el calefactor, es conveniente 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.

11.5. TEMPERATURAS ELEVADAS

La elevada radiación y duración del brillo solar (heliofanía) asociada a altas temperaturas, baja humedad relativa y frecuentes vientos promueven condiciones ambientales estresantes para el desarrollo de los frutos.

Los frutos expuestos a altas temperaturas y elevada radiación solar frecuentemente presentan desordenes fisiológicos y daños en el sector expuesto al sol. Inicialmente el daño en frutos se produce a nivel epidérmico y sub-epidérmico, con desmejoramiento de su apariencia por pérdida de color, amarillamiento, bronceado y en etapa avanzada muerte de los tejidos de la piel (mancha necrótica) y parte de la pulpa (Foto 11.5.).



Foto 11.5. Distintos grados de daño por sol en la variedad Williams

Los síntomas externos luego derivan en cambios en la madurez del sector afectado, posterior ablandamiento y final putrefacción, disminuyendo la posibilidad de almacenaje de los frutos. En nuestra región, en evaluaciones realizadas a campo se ha estimado que la variedad Williams presenta una incidencia de daño por sol o “asoleado” que alcanza el 14%.

Si bien la radiación solar es promotora de asoleado, en nuestra región la temperatura es el factor determinante. La temperatura de la superficie de los frutos (TSF) en la cara expuesta al sol es en promedio 10°C mayor a la temperatura del aire que los rodea. En un día calmo de enero esa diferencia llega a los 15°C.

Durante el día la TSF alcanza valores máximos entre las 13 y 17 horas; por lo tanto, los frutos de las caras norte y oeste de las filas son los más perjudicados. Es importante conocer la TSF, con el fin de realizar operaciones preventivas para asoleado. Estas mediciones pueden efectuarse con sofisticados sensores, pero se pueden determinar con aceptable precisión mediante el uso de un termómetro de sonda conocido como “pincha fruta”, o simplemente sumándole 10°C, como mínimo, a la temperatura del aire del monte frutal. La circulación del aire que rodea al fruto influye actuando como refrigerante. Se ha observado que vientos suaves (6 a 14 km/hora) pueden disminuir la temperatura del aire que rodea al fruto en aproximadamente 4°C.

El daño por sol comienza cuando la temperatura ambiente supera los 30°C y la TSF en la cara expuesta del fruto llega a 45°C. Teniendo en cuenta que la temperatura máxima media de enero en

nuestra región es de 39°C, los frutos en su cara expuesta al sol llegan a superar fácilmente los valores de temperatura suficientes para la desnaturalización de proteínas.

Métodos de prevención

Los métodos de prevención del asoleado aconsejados para Williams son el uso de pantallas y/o protectores solares. Las primeras actúan reflejando las radiaciones solares y bajando así la TSF, mientras que los segundos absorben la energía en exceso previniendo la oxidación de los tejidos del fruto.

En nuestra región no se comercializan todavía protectores, pero existe una amplia oferta de pantallas solares. Dentro de estos productos se encuentran los formulados en base a caolín. El caolín es un polvo blanco y suave constituido fundamentalmente por caolinita, una familia mineral del grupo de las arcillas. Los productos disponibles en el mercado contienen 95% de caolín. La principal diferencia entre estos se encuentra en el porcentaje de caolinita presente en el caolín usado por la empresa que fabrica el producto, y puede variar entre 70 a 93%. Así, por ejemplo, los caolines extraídos de canteras de la provincia de Río Negro tienen concentraciones de 92% de caolinita y el 8% restante lo constituye el cuarzo y la zeolita.

Se comercializa también un nuevo filtro solar formulado en base a óxido de zinc y carbonato de calcio. Se presenta como polvo mojable donde el carbonato de calcio actúa como excipiente del óxido de zinc junto a un tensioactivo. A este producto se le puede agregar un adherente (acetato de polivinilo) que evita el lavado por lluvias o riego.

Es importante tener en cuenta el método de aspersión de las pantallas solares. La aplicación debe realizarse con barras aplicadoras que se acoplan a la pulverizadora y asperjan de arriba hacia abajo logrando una mejor distribución del producto, quedando bien cubiertos los frutos más expuestos al sol. El momento y la frecuencia de aplicación estarán en función de las condiciones de temperatura mencionadas y la dilución del producto por crecimiento de los frutos. Se debe estar atento al pronóstico meteorológico a partir de la segunda quincena de noviembre. Como orientación, las aplicaciones pueden espaciarse entre 15 días a un mes.

Existen otros métodos de protección basados en disminuir la temperatura y radiación solar, por ejemplo, las mallas para sombreado y la aspersión de agua en altura. Estos sistemas, si bien dan buenos resultados como preventivos de asoleado, no son aconsejados para la variedad Williams por la relativa baja incidencia de daño que no justifica la inversión en dichos métodos.

Ningún procedimiento conocido es totalmente efectivo. No obstante, se ha observado un menor descarte y mayor cantidad de frutos comercializables.

Todos los métodos expuestos actúan como preventivos; por lo tanto, se debe estar atento al pronóstico meteorológico y llevar a cabo las operaciones con anticipación a que se presenten las condiciones para asoleado.

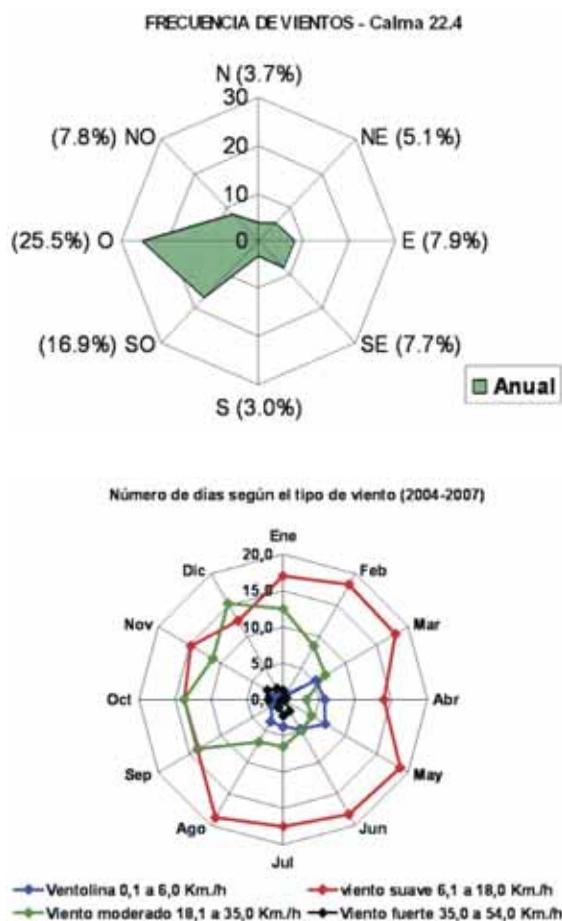
Una vez que se comienza con la prevención del daño por asoleado, ésta no se debe suspender porque el resultado de daño puede ser mayor que si no se hubiese efectuado tratamiento alguno.

Si bien las condiciones climáticas de la región aseguran la presencia del daño por sol, es importante destacar que hay temporadas en las que el grado de asoleado es más bajo. Esta situación se da precisamente cuando la primavera ha sido fresca.

11.6. VIENTOS

En la región, los vientos dominantes son del cuadrante oeste y se caracterizan por su bajo contenido de humedad (Figura 11.2).

Figura 11.2. Características de los vientos regionales, dirección predominante y distribución anual de velocidades máximas.



La planta y el viento

La frecuencia del 50% del cuadrante oeste-sud-oeste y la intensidad mayor de 20 km/h en los meses de primavera y verano generan daños mecánicos y deshidratación en los frutales porque coinciden con los estados de máximo desarrollo vegetativo. Después de períodos ventosos se observa con frecuencia caída de frutos, rameado, rotura y quemado de hojas y brotes nuevos.

Al plegar las hojas, el viento disminuye la capacidad fotosintética de éstas. Por otro lado, aumenta la tasa de transpiración, lo que lleva a condiciones de estrés hídrico que pueden manifestarse en los frutos a través de ciertas fisiopatías. El mayor riesgo de pérdidas por estrés hídrico se sitúa en la copa del árbol. Esto se ha verificado en nuestra región midiendo la evapotranspiración real a diferentes alturas dentro del cuadro.

El efecto más visible del viento se produce sobre el fruto y el daño se conoce como rameado. Éste consiste en una lesión superficial causada por rozamiento del fruto contra estructuras de la planta, lo que provoca suberificación de la epidermis (Foto 11.6 y 11.7).

En variedades tempranas como pera Williams se ha observado hasta un 38% de fruta dañada, del cual el 19% presenta lesiones moderadas a graves (mayores a 2 cm²).

Los daños por rameado dependen del sistema de conducción, tipo de poda, orientación de la plantación y del estado de las cortinas rompevientos. En sistemas de conducción en espaldera se ha observado aproximadamente un 7% menos de daño que en montes de conducción libre.

La defensa contra esta adversidad consiste principalmente en:

- 1) Disponer de cortinas rompevientos en setos vivos o redes plásticas del sector predominante cada 200 metros como mínimo.
- 2) Que la estructura central y lateral de la planta esté fijada a los hilos de conducción y que la poda estimule retención y producción en la parte media de las ramas.

11.6.1. Cortinas rompevientos

En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén es común el uso de cortinas naturales o artificiales. En general, la disposición del sistema de riego en la región determina que los cuadros se rieguen en las direcciones oeste-este o norte-sur, por lo que las barreras están ubicadas en ese sentido. La orientación óptima es de manera perpendicular al viento dominante (suroeste y oeste).



Foto 11.6.



Foto 11.7.

Las barreras perimetrales de la chacra deben tener mayor porosidad que las interiores y el máximo de altura posible. Esto permite un área de protección mayor. La porosidad de la cortina es la que regula su permeabilidad y de ello depende la reducción de la velocidad del viento y el comportamiento turbulento que tenga éste después de atravesada la barrera. Una porosidad óptima es del 50%, dado que protege una longitud de aproximadamente 20 veces la altura de la cortina y no provoca depresiones que den lugar a viento turbulento.

Cuando se utilizan cortinas naturales se cuenta con diferentes variedades o clones de álamos que se adaptan muy bien a nuestra región.

Un primer grupo está conformado por los álamos negros. Los más plantados son el *Populus nigra* cv. Italica o criollo y el *Populus nigra* cv. Thayssiana o chileno. Ambos tienen un porte columnar adecuado para conformar las cortinas y normalmente se plantan en hileras dobles a tresbolillo. Tanto el álamo criollo como el chileno son muy susceptibles al ataque de bicho de cesto.

Desde hace varios años se está utilizando el *P. nigra* cv. Jean Pourtet, conocido como “Blanc de Garonne”, debido a que tiene porte erecto, gran cantidad de ramas finas y mejor crecimiento que los anteriores. Es aconsejable plantarlo en hileras simples. Esta variedad es poco susceptible a bicho de cesto.

Un segundo grupo es el de los álamos blancos, entre ellos el *P. alba* variedad *pyramidalis* o boleana, con porte similar al criollo, que permite ser plantado en hileras dobles; y el *P.x canescens* o híbrido español, con una copa más amplia que el anterior. Ambos se adaptan mejor a suelos arcillosos y con salinidad. Una desventaja es que emiten naturalmente muchos brotes a partir de raíces gemíferas.

Un tercer grupo es el de los álamos híbridos. Los clones más plantados de esta especie son el *P. x canadensis* cv. I-214, cv. I-488, cv. Conti 12 y el cv. *Guardi*. Debido a su amplia copa y a la elevada competencia por luz tienden a arquearse cuando son plantados en hileras dobles. Por lo tanto se recomienda hacerlo en hileras simples. Los híbridos se desarrollan muy bien en suelos sueltos, franco-arenosos y son poco susceptibles a bicho de cesto. La alternativa a las cortinas de origen vegetal son las artificiales, pero para cultivos frutales no son mejores que las naturales. Esto se debe a que con estas estructuras no es posible obtener alturas superiores a los 6 metros por los elevados costos de construcción.

Para construirlas se emplean redes plásticas tejidas de material en polipropileno de color negro, por ser más resistente a la degradación por radiación solar ultravioleta.

Las estadísticas de vientos manifiestan que en los últimos años ha habido un incremento en frecuencia e intensidad en el mes de noviembre, que coincide con el estado de fruto recién cuajado en frutales de pepita. En esta etapa del ciclo de crecimiento es muy importante el efecto de los factores climáticos sobre el desarrollo vegetativo y del fruto.

Es imprescindible contar con un buen sistema de control que asegure la disminución de la velocidad del viento dentro del cultivo.

La tolerancia que pueda llegar a tener la variedad ante este tipo de adversidades climáticas dependerá también del estado nutricional del cultivo y de la manera en que se lleven a cabo las prácticas de manejo. El tipo de riego, la poda, el sistema de conducción y la calidad de las cortinas rompivientos pueden atenuar o intensificar los efectos adversos que estos fenómenos meteorológicos producen sobre la planta en su conjunto.