

# Caracterización de riesgo de asoleado en frutales de pepita en función de índices agrometeorológicos locales, para los valles irrigados de la Patagonia norte

A. RODRÍGUEZ, Á. MUÑOZ, M. CURETTI, M.D. RAFFO  
INTA EEA Alto Valle, Río Negro. Argentina.



## RESUMEN

Los daños por sol en frutales de pepita en valle irrigado de Río Negro y Neuquén es uno de los principales factores de descarte. Existe variabilidad entre las diferentes temporadas en la proporción de fruta dañada, y además el grado de incidencia de los factores meteorológicos está en función de las características fisiológicas de los cultivos (genotipos) y las tecnologías de manejo estructural aplicadas (sistemas de conducción, orientación de las filas, poda y manejo de canopia). Se analizaron y caracterizaron la temperatura, radiación y vientos, como principales índices meteorológicos desencadenantes de esta fisiopatía y la orientación de las plantaciones como principal factor de manejo (sin tener en cuenta la susceptibilidad varietal). Finalmente, se calculó la probabilidad de ocurrencia de sucesos a partir de las frecuencias empíricas relativas (F.E.R) de los tres índices agrometeorológicos previamente analizados.

**Palabras clave:** Temperatura, Radiación, Viento, Orientación de las filas.

## ABSTRACT

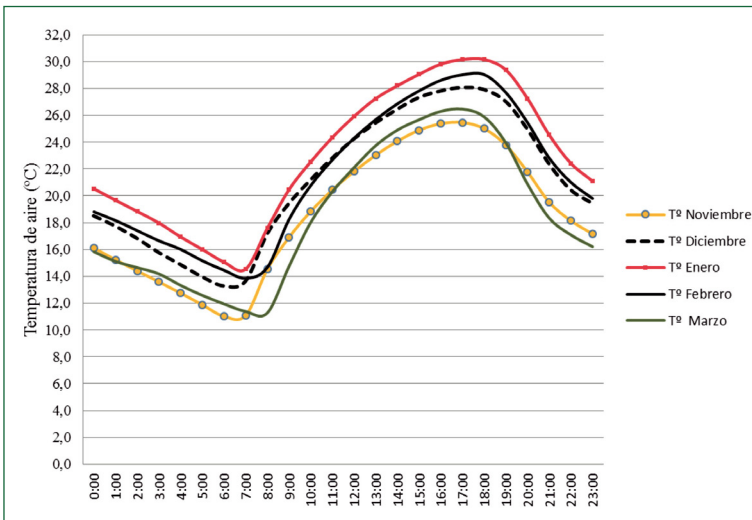
**Apple sunburn risk characterization based on meteorological indexes for irrigated valleys of Northern Patagonia.** Sunburn damage in pome fruit trees is one of the main discard factors in the irrigated valley of Río Negro and Neuquén. There is variability between the different seasons in the proportion of damaged fruit, and also the degree of incidence of meteorological factors is a function of the physiological characteristics of the crops (genotypes) and the structural management technologies applied (training systems, rows orientation, pruning and canopy handling). Temperature, radiation and winds were analyzed and characterized, as the main meteorological indices that triggered this physiopathy and the orientation of the plantations as the main management factor (regardless of varietal susceptibility). Finally, the probability of occurrence of events was calculated from the relative empirical frequencies (F.E.R) of the three agrometeorological indices previously analyzed.

**Key words:** Temperature, Radiation, Wind, Row orientation.

El Valle Irrigado de Río Negro y Neuquén pertenece a las zonas productoras de frutas de clima templado y se ubica a 39° de latitud sur y 67° de longitud oeste, con una altitud de 242 msnm. Las características propias de radiación solar y temperaturas primavera-estival conforman un escenario climático adecuado para la ocurrencia del daño por sol en frutos. La terminología utilizada en este trabajo es "asoleado" para describir el desorden fisiológico causado, en frutos de pepita, por exceso de radiación solar y/o altas temperaturas. Esta fisiopatía consiste en una lesión epidérmica localizada que disminuye la calidad y las condiciones de conservación postcosecha de los frutos. El daño puede ser leve, manifestándose como una mancha amarronada o grave, con necrosado de la epidermis y afección de la pulpa subyacente. Existe variabilidad estacional en la proporción de fruta dañada y además el grado de incidencia de los factores meteorológicos está en función de las características fisiológicas de los cultivos (genotipos) y las tecnologías de manejo estructural aplicadas (sistemas de conducción, orientación de las filas, poda y manejo de canopia). En la Región del Alto Valle de Río Negro se registra, según la temporada y las variedades evaluadas, un porcentaje de fruta con daño por asoleamiento que puede alcanzar al 50% de los frutos, valor comparable al de otras regiones frutícolas del mundo, como por ejemplo Sudáfrica (COLAVITA *et al.*, 2005). Climáticamente, la región del Alto Valle se caracteriza por tener altos valores de radiación global y de insolación, marcada amplitud térmica, fuertes vientos y escasas precipitaciones. Los valores medios de radiación están entre 485 y 557 cal.gr/cm<sup>2</sup>.día y las temperaturas máximas superan los 30°C durante los meses más cálidos. Los vientos



**Figura 1.** Fruto de manzana cv. Granny Smith sano (izquierda) y con diferentes grados de asoleado. Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina.



**Figura 2.** Marcha horaria de la temperatura de los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. Alto Valle de Río Negro.

son de templados a fríos y secos, con presencia de fuertes ráfagas (RODRÍGUEZ y MUÑOZ, 2006).

Para el presente trabajo se utilizaron datos meteorológicos obtenidos de la estación meteorológica automática INTA EEA Alto Valle (39°01 latitud sur y 67°40 longitud oeste). Los análisis correspondientes se realizaron con valores horarios de la serie 2003–2011.

### Índices térmicos

Se han caracterizado tres tipos de asoleado: el bronceado, el necrótico y el foto-oxidativo (RACSKO J. y SCHRADER L., 2012). El primero de estos se da con exposición directa a la radiación solar de frutos aclimatados a una insolación alta. El cambio de color en la epidermis está asociado con una disminución de clorofila y antocianinas y un

aumento de carotenoides. El umbral de temperatura sobre la superficie del fruto (TSF) es de 45°C pero se considera que con altos valores de radiación solar ultravioleta, como en el hemisferio sur, los umbrales térmicos pueden ser menores, de 32° a 37°C (COLAVITA *et al.*, 2005). El asoleado necrótico se produce cuando la temperatura del fruto alcanza  $52 \pm 2^\circ\text{C}$  al menos durante 10 minutos, en donde hay desnaturalización de proteínas, destrucción de la membrana plasmática y muerte celular. Este último caso no requiere radiación. Se ha observado, que en la variedad 'Fuji' ocurre daño por sol con calores excesivos, equivalentes a valores de temperatura de aire superiores a los 30°C por un período de al menos 10 horas, sin necesidad de exposición a radiación solar directa, especialmente en los períodos cercanos a la co-





IQV AGRO ESPAÑA

# Dedicación

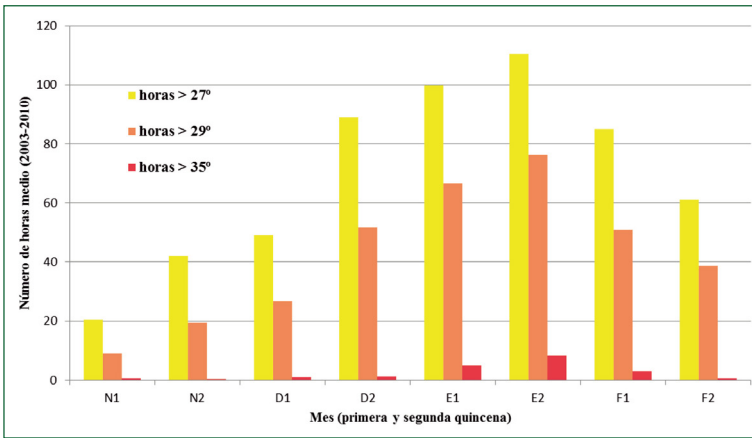
En IQV creemos que los frutos que nos da la tierra son la mayor recompensa al esfuerzo y dedicación de los agricultores.

Desde 1935 andamos juntos para ofrecer productos cada vez más responsables y respetuosos que ayuden a sacar el máximo rendimiento posible a las cosechas.

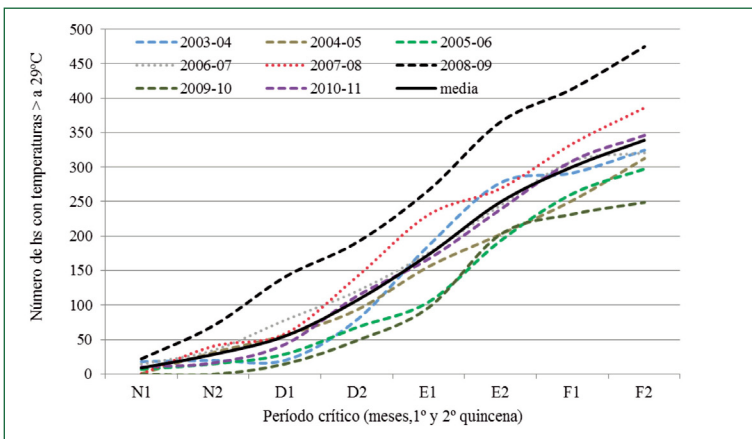
Descubre que podemos hacer por ti en:  
[www.iqvagro.es](http://www.iqvagro.es)

*Desde 1935 al Servicio de la Sanidad Vegetal*





**Figura 3.** Acumulación quincenal de temperaturas altas de los meses de: noviembre, diciembre, enero y febrero. Alto Valle de Río Negro.

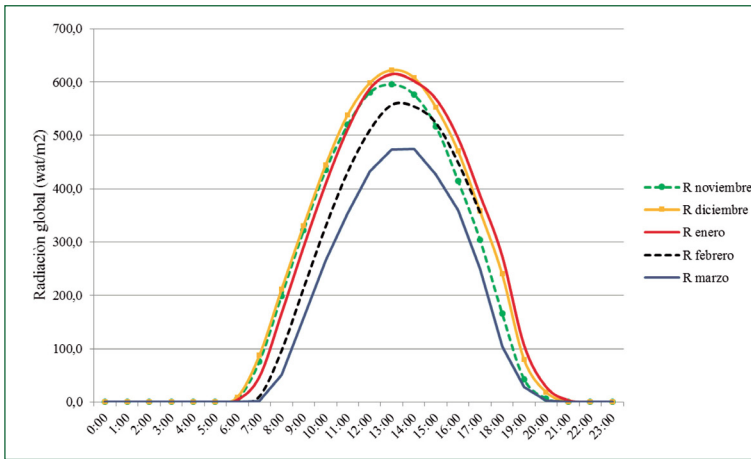


**Figura 4.** Acumulación térmica por temporada, período de noviembre a febrero.

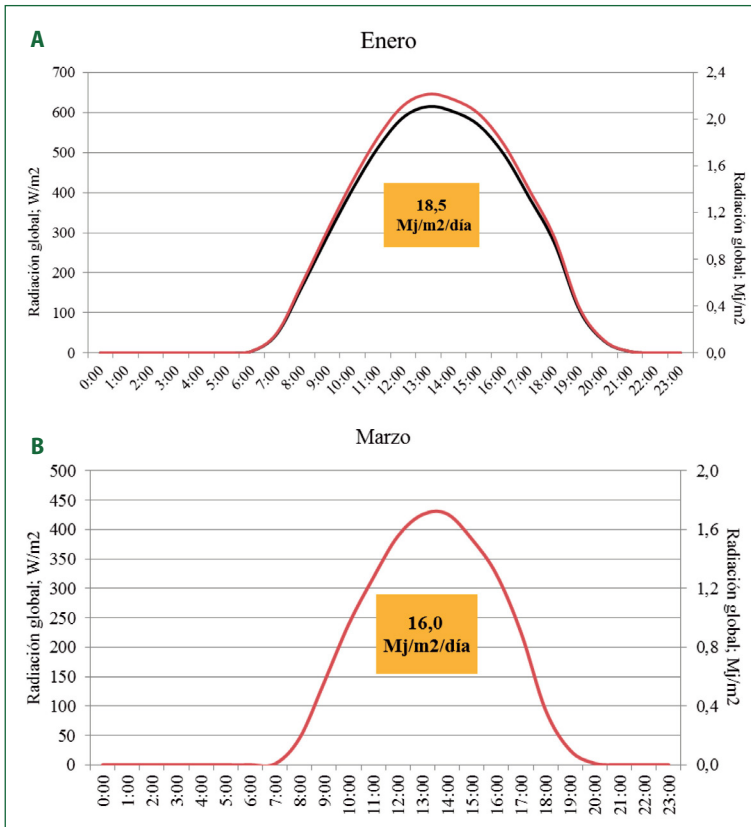
secha (SCHRADER, 1997; SCHRADER *et al.*, 2003; YURI *et al.*, 2000). Altas temperaturas y mayores valores de radiación disminuyen la conductividad estomática de manzanas, y en ausencia de transpiración los frutos pierden capacidad para disipar el calor; el uso de mallas media sombra disminuye los índices de estrés (MAÑUECO, M. *et al.*, 2015). Los frutos próximos a cosecha pierden capacidad bioquímica para disipar el calor y aquellos que se desarrollan a la sombra son más susceptibles al daño por altas temperaturas. El asoleado de tipo fotooxidativo se da en frutos que se encuentran dentro de la canopia y se exponen a la radiación solar directa por pocas horas de manera repentina (poda de verano, raleo, cosecha, etc.). Se manifiesta en poco tiempo, con TSF menores a 31°C y se caracteriza por ser una mancha blanca que luego puede tornarse oscura.

Del análisis de datos locales (*Figuras 2 y 3*) se observó que enero es el mes de mayor frecuencia de altas temperaturas, mayores a 28°C, y que el período crítico en el día se extiende de 12 a 20 h. Los meses de diciembre y febrero le siguen en orden de importancia con temperaturas de 28 a 30°C entre las 15 y 19 h. La particularidad de estos meses es que es probable la alternancia de períodos frescos seguidos de períodos muy cálidos, condición que se traduce como de mayor sensibilidad de los frutos al daño por sol.

El efecto de las variables meteorológicas sobre la calidad y rendimiento de los cultivos se explica en primera instancia por la variabilidad microclimática y en segundo lugar por la variabilidad interanual de las condiciones climáticas. La sumatoria de horas con temperaturas de aire por encima de los 29°C es un índice agrometeo-



**Figura 5.** Marcha horaria de la radiación solar para los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.



**Figura 6.** Marcha diaria de la radiación global recibida con sus equivalentes en  $W/m^2$  y  $Mj/m^2$ . Promedio de los valores diarios de enero (A) y marzo (B), serie 2005–2011. Recuadro con valor de radiación total recibida durante el día, promedio serie 2005–2011 (área debajo de la curva).

rológico adecuado para analizar la variabilidad interanual de este tipo de adversidad climática. VALENZUELA y MUÑOZ (2011) determinaron que en años en dónde la sumatoria de horas con temperaturas de aire  $>29^{\circ}C$  es menor a 100 ho-

ras no se producen daños por sol o estos son mínimos, si la sumatoria está entre 100 y 150 horas hay posibilidad de daños leves y cuando es  $>$  a 250 horas se dan condiciones para el daño por sol severo o grave. Del análisis de las condi-



ciones térmicas de siete temporadas, se observó que en todas se supera el umbral de 100 horas en donde los daños por asoleado se consideran mínimos (Figura 4). El valor medio acumulado de noviembre a febrero para el Alto Valle es de 348 horas, superior al umbral de 250 horas determinado previamente (VALENZUELA y MUÑOZ 2011). Sin embargo, los ángulos de insolación sobre los frutos son los que determinan la mayor acumulación de calor y esto depende de la época del año (Figura 5) y de la orientación de las hileras (Figura 7).

### **Radiación solar recibida de acuerdo a la ubicación geográfica y en función de la posición del sol para cada estación**

Si bien la temperatura del aire es el principal condicionante de la temperatura superficial del fruto (TSF), la misma es regulada en nuestra región principalmente por la radiación solar y la

velocidad del viento. La radiación solar directa provoca un aumento de la temperatura superficial de frutos expuestos de hasta 10,8°C con respecto a la cara no expuesta (RAFFO *et al.* 2011). La intensidad de la radiación solar recibida varía de acuerdo al momento del día y época del año (Figuras 5 y 6). Del análisis de valores de radiación, de siete temporadas, se obtuvo el período durante el día en que se registran los valores más altos y se identificaron los meses críticos (Figura 5). Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los valores de radiación solar recibidos en el transcurso del día para los meses de noviembre a marzo. Los valores medios obtenidos por hora corresponden a seis registros para cada día del mes de cada año (6x30x9).

Los meses de noviembre, diciembre y enero son los de mayor radiación recibida, y la criticidad con respecto al daño por sol en cada uno de ellos dependerá de las temperaturas de aire reinantes. En este sentido, el mes de noviembre



# QUALITY PLANT

NURSERY & HAILNET SYSTEM



GALA FENPLUS (S)

GALA VENUS FENGAL (S)

GALA DECARLI FENDECCA (S)

FUJI PHOENIX® FENDUF 3 (S)

RUBIN FUJI® FENFU

puede ser muy crítico, si registra una ola de calor como la ocurrida en la primavera del 2008, en donde la temperatura media del mes sufrió un incremento de 3°C con respecto a valores normales. Si bien febrero acusa valores inferiores de radiación, puede ser también un mes muy crítico con la ocurrencia de unos pocos días con temperaturas de aire superiores a 30°C, dado el avance en el desarrollo de los frutos y su menor capacidad de respuesta al estrés térmico.

Una forma comúnmente usada para evaluar y medir el balance energético es a través de unidades de energía acumulada en el transcurso del día, y expresada en Mj/cm<sup>2</sup>/día. Los equivalentes a las unidades de radiación en watt/m<sup>2</sup> se muestran en la *Figura 6*.

La incidencia de la radiación solar recibida sobre el cultivo en función de la orientación de la plantación es uno de los factores de manejo más importantes en determinar la vulnerabilidad del cultivo al asoleado (*Figuras 7 y 8*).

Un análisis realizado con una cámara térmica infrarroja determinó el efecto de la radiación recibida sobre la temperatura superficial de los frutos para tres orientaciones de plantación (*Figura 8*). Los frutos evaluados se encontraban en igual posición con respecto al sentido de la radiación incidente y dentro del árbol. Se despejó todo material verde que pudiese interferir en la incidencia de los rayos solares. Se buscó homogeneizar las condiciones de exposición para realizar un correcto análisis comparativo entre las 3 orientaciones evaluadas (*Cuadro 1*). Se determinó que, en un día caluroso y despejado, la TSF puede ser hasta 15°C superior con respecto a la del aire (Ta).

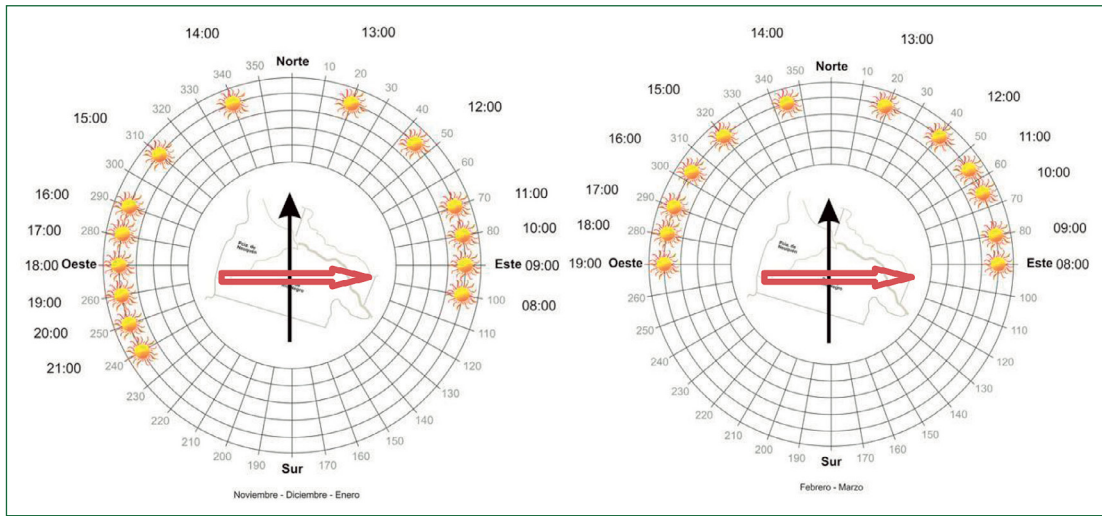
De acuerdo a la temperatura, los tres sistemas presentan comportamientos diferentes (*Figura 9*). En la orientación este-oeste la TSF supera entre 5°C y 15°C a la temperatura del aire durante 7 horas. Con una orientación norte-sur se reduce el número de horas con temperaturas críticas en un 50%. La tercera alternativa, NO-SE aumenta



PARTIDA MALGOVERN, 18 [25192 LLEIDA]  
 T. +34 973 070 767 / F. +34 973 070 768  
 MAIL INFO@QUALITYPLANT.ES  
 WWW.QUALITYPLANT.ES







**Figura 7.** Ángulos de posición del sol para los meses de A) noviembre, diciembre, enero y B) febrero y marzo. La flecha roja indica una orientación de filas de este a oeste y la negra una orientación de norte a sur.

Orientación/ hora		9:30	12:30	14:30	17:00
Orientación	Norte-sur				
	Este-oeste				
	Noroeste-sureste				

**Cuadro 1.** Imágenes térmicas de frutos de manzana expuestos a radiación solar directa en cuatro momentos del día para tres sistemas de orientación.

el número de horas de exposición a la radiación solar y por ende se asemeja al comportamiento de la orientación E-O, con la particularidad de que a partir de las 14h la TSF no sufre aumentos significativos con respecto a la temperatura del aire (registros máximos de 14h a 17h).

**Orientación norte-sur:** en las evaluaciones a campo se ha observado que presentan **mayor** incidencia de daño por sol en cantidad e intensidad en la cara oeste de la fila. Esta orientación tiene la ventaja de permanecer sombreada (cara crítica-hacia el oeste) en el transcurso de la ma-

# MEJORA LA VIDA POSTCOSECHA



## CALBORON

- PREVIENE Y CURA LAS CARENCIAS DE CALCIO Y LAS FISIOPATÍAS
- MEJORA LA FLORACIÓN Y EL CUAJE
- AUMENTA LA DUREZA DE LOS FRUTOS
- ALARGA LA VIDA POSTCOSECHA DE TUS FRUTOS

**GREEN HAS**  
**ITALIA**

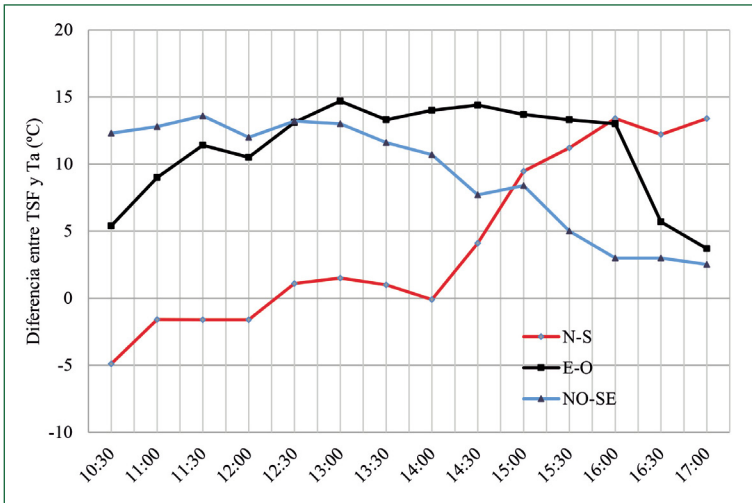
Progresso in Agricoltura

[www.greenhasiberia.com](http://www.greenhasiberia.com)





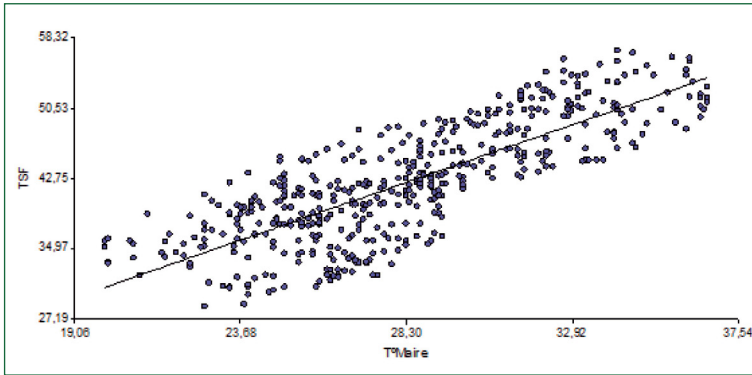
**Figura 8.** Imagen de un monte productivo de manzana ‘Red chief’ con tres orientaciones de plantación; este–oeste (E–O), noroeste–sureste (NO–SE) y norte–sur (N–S).



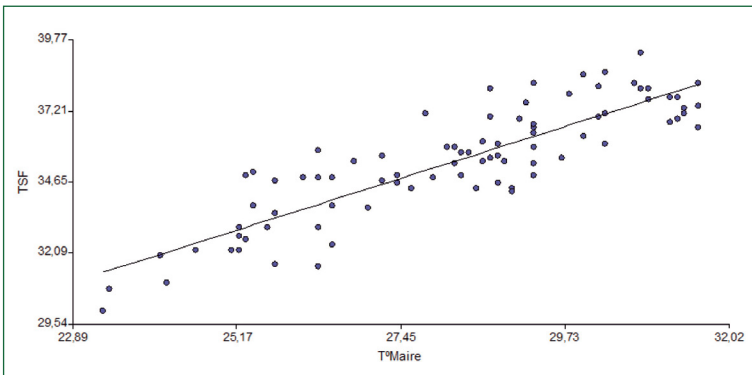
**Figura 9.** Diferencias horarias entre la temperatura superficial del fruto expuesto a la radiación solar (TSF) y la temperatura del aire (Ta), para tres orientaciones de hileras, norte–sur; este–oeste y noroeste–sureste. Período horario de mayor radiación incidente 10 h a 17h.

ña, por lo cual la TSF comienza a incrementarse (sectores más calientes) a partir del medio día solar. Pero la coincidencia del momento de exposición al sol con la ocurrencia de temperaturas de aire elevadas en la cara oeste hacen que

se registren en esta cara los mayores porcentajes de daño. Con el análisis térmico de los frutos se observa que al menos un 30% de la superficie de la cara expuesta de los mismos alcanza valores de TSF por encima de 30°C a partir de



**Figura 10.** Regresión lineal entre temperatura superficial de fruto máxima (TSF) y la temperatura máxima del aire comprendida entre las 12 y 17 horas. Velocidad de viento < 5 km/h.  $R^2 = 0,65$ .



**Figura 11.** Regresión entre temperatura superficial de fruto máxima (TSF) y la temperatura máxima del aire comprendida entre las 12 y 17 horas. Velocidad de viento de 6–14 km/h.  $R^2 = 0,75$ .

las 13:30 h en meses de verano. Esta región del fruto es la que permanece por más tiempo con temperaturas críticas de daño, aproximadamente de **3 a 4 horas**.

**Orientación este-oeste:** La cara norte de la fila es la más crítica en esta orientación, presentando un mayor porcentaje de fruta dañada. Es la orientación más comprometida con respecto al período de exposición a radiación directa y temperaturas críticas de daño (cara crítica hacia el norte). Las imágenes térmicas muestran que el fruto alcanza temperaturas críticas de daño desde muy temprano en la mañana. Aproximadamente un 20% de la superficie expuesta a la radiación solar directa permanece por más de **7 horas** a temperaturas superiores a 30°C en días calurosos.

**Orientación noroeste-sureste:** La fila está inclinada de 25° a 30° con respecto al norte geográfico. Esta orientación mejora el aprovechamiento de luz tanto en cantidad como en calidad. La TSF puede superar los 30°C a partir de las 10:00

horas. El tiempo de exposición a la radiación solar directa, es de **7 horas** en aproximadamente un 40% de la superficie del fruto, pero ocurre durante la mañana en donde la temperatura de aire es más baja y por la tarde comienza a enfriarse antes que los otros dos sistemas.

### Efecto condicionante del viento en el daño por sol

La temperatura máxima del aire se correlaciona de forma positiva con la máxima TSF, y dentro de los factores meteorológicos involucrados es el de mayor correlación (SCHRADER *et al.*, 2003).

**TSF = a + b\* Tmax:** siendo TSF = Temperatura superficial de frutos y Tmax = Temperatura máxima del aire.

Localmente hemos obtenido un mejor ajuste de esta relación al tener presente el efecto de vientos. Cuando la velocidad del viento no supera los 5 km/h (Figura 10) se puede predecir la



**Cuadro 2.** Amenazas, vulnerabilidad y escenario de riesgo para el Alto Valle, Argentina.

Caracterización de la amenaza	Caracterización de vulnerabilidad	Escenario de Riesgo
<b>Origen, factores causantes:</b> factores meteorológicos	Superficie implantada con variedades de mayor susceptibilidad.	Lapso de ocurrencia
<b>Parámetros de medición del peligro:</b> efecto sobre la calidad de los frutos, respuestas fisiológicas	<b>Incorporación de nuevas tecnologías de manejo:</b> poda mecánica, densidad de plantación, sistemas de conducción apropiados para la fruticultura mecanizada.	
		<b>Tecnología disponible para el control de la adversidad:</b> Orientación del cultivo; manejo de la canopia; Eficiencia en el uso del agua de riego; Mallas antigranizo; pantallas o filtros solares como caolín, etc.
<b>Momento de impacto:</b> umbrales e índices biometeorológicos	Efectos del cambio climático	Magnitud
	Dinámica de la economía regional y posibilidades de inversión en tecnologías atenuantes.	

**Cuadro 3.** Frecuencia empírica relativa (F.E.R.) y probabilidad de ocurrencia de los tres índices analizados (radiación, temperatura y viento).

	Umbral de radiación	N1	N2	D1	D2	E1	E2	F1	F1
F.E.R	>=12	89	88	93	95	96	94	90	76
	>=18	43	53	68	73	78	70	28	0
Probabilidad del suceso, radiación+ temperatura+viento	>=12	3,3	6,7	8,3	17,2	18,3	21,9	20,8	16,3
	>=18	2,5	5,8	8,3	16,4	16,7	14,8	7,5	—

TSF a través de la temperatura del aire con la siguiente ecuación;

$$TSF = 2,78 + 1,39 T_{max}$$

Si la velocidad del viento es de 6 a 14 km/h (Figura 11) la TSF está dada por la siguiente ecuación:  $TSF = 12,37 + 0,82 T_{max}$

La correlación es mayor cuando la velocidad del viento es de 6 a 14 km/h pero la mayor pendiente, que denota una dependencia más fuerte entre  $T_{max}$  y TSF, ocurre con vientos menores a 5 km/h. Se podría pensar que con viento suave se produce un efecto refrigerante mayor. Con ventolinillas o condiciones de calma, tanto la  $T_{max}$  como la TSF alcanzan los valores más elevados.

Los vientos con velocidades superiores a 36 km/h, junto con temperaturas altas, provocan un aumento en la tasa de evapotranspiración de las hojas ocasionando un déficit hídrico a nivel celular. Esto se debe a que la transpiración como regulador térmico está en función del

comportamiento fisiológico del frutal (conductividad estomática) y de los factores ambientales en la capa límite de las hojas (déficit de presión de vapor, VPD). El viento en nuestra región se caracteriza por ser seco, por lo cual los valores de humedad relativa suelen ser muy bajos para determinados rangos térmicos. Aún se está en la etapa de estudio del efecto concreto de este umbral sobre la calidad y rendimiento del cultivo.

### Escenario de riesgo de daño por asoleado

En la agricultura, los fenómenos climáticos son la causa principal de eventos adversos dado que la ocurrencia de los mismos no puede evitarse. El impacto sobre los cultivos puede atenuarse utilizando métodos activos o pasivos de control, cuando se conocen las épocas de ocurrencia. El cálculo del valor o la magnitud del riesgo del evento adverso resulta de combinar dos factores: la amenaza externa y la vulnerabilidad del sistema. Del análisis de todas las variables expuestas anteriormente podemos resumir

de la siguiente manera un escenario de riesgo de asoleado para la región:

### **Índice de Riesgo= Índice de amenaza \* Índice de vulnerabilidad**

Analizamos y estimamos las variables correspondientes a la caracterización de la amenaza a nivel regional. Como se menciona anteriormente, la vulnerabilidad es un factor de determinación compleja en fruticultura con varios aspectos involucrados (*Cuadro 2*).

Los principales factores meteorológicos responsables del asoleado en nuestra región son la radiación solar, la temperatura y el viento. Hemos realizado una caracterización de manera quincenal en el transcurso de la temporada, considerando la ventana de riesgo o lapso de ocurrencia de noviembre a febrero.

En función del análisis realizado para cada variable meteorológica y la respuesta ecofisiológica del cultivo hemos establecido los siguientes umbrales críticos e índices agrometeorológicos:

1. Acumulado diario de energía solar mayor a 12 Mj/cm<sup>2</sup>/día. De acuerdo a nuestras evaluaciones, indica condiciones de cielo despejado y valores menores indican diferentes grados de nubosidad. Acumulado diario de energía solar mayor de 18 Mj/cm<sup>2</sup>/día, este umbral supera la media del mes más cálido.

2. Sumatoria de horas con temperaturas mayores o iguales a 29°C, en donde se considera como punto crítico períodos mayores o iguales a 5 horas.

3. Sumatoria de horas con velocidades de viento menores a 6 km/h.

Para cuantificar el momento de mayor impacto, se calculó la probabilidad de ocurrencia de sucesos a partir de las frecuencias empíricas relativas (F.E.R) de los tres índices agrometeorológicos analizados (*Cuadro 3*).

## **Consideraciones finales**

Los momentos críticos para la ocurrencia de daño por sol en el Alto Valle, con el mayor grado de impacto, suceden durante la segunda quincena de diciembre y la primera de enero.

Del análisis conjunto de temperatura y radiación se observa que la ventana de mayor nivel

de criticidad es en los meses de diciembre y enero, dentro del período horario de 14 a 17 horas. El viento puede variar el grado de riesgo según su intensidad de ocurrencia. La primera quincena del mes de febrero toma relevancia cuando las temperaturas de aire son cercanas a los 40°C, aunque esto ocurra solo durante un período corto de tiempo. En este caso, la radiación pasa a ocupar el segundo lugar de importancia en la determinación del daño por sol. •

## **Bibliografía**

- COLAVITA, G., FRASSETTO F. y LÓPEZ, L. (2005). Incidencia de daño por asoleado en frutos de manzanas en el Alto Valle de Río Negro. Libro de resúmenes del XII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura. P. 116.
- Datos meteorológicos de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Alto Valle: <http://www.sipan.inta.gov.ar/agrometeorologia/met/met/clima.htm>
- MANUECO, M., MUÑOZ M., MUÑOZ A., RAFFO M. y RODRÍGUEZ A. (2015). Evaluación de la conductancia estomática como indicador de estrés por factores abióticos en frutales de hoja caduca. ASAHO 2015. Bahía Blanca.
- RACSKO J. y SCHRADER L.E. (2012). Sunburn of apple fruit: historical background, recent advances and future perspectives, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31:6, 455–504.
- RAFFO, M. D. e IGLESIAS, N. (2004). Efecto de la intercepción y distribución de la radiación fotosintéticamente activa en manzanos cv. Fuji, bajo cuatro sistemas de conducción en alta densidad. *RIA*, 33(2):41–54. INTA, Argentina.
- RAFFO M. D. y RODRÍGUEZ A. (2007). Factores que afectan el porcentaje de fruta asoleada en manzanos cv. Fuji en el cepión y distribución de la radiación fotosintéticamente activa en manzanos cv. Fuji en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. *RIA*, 36(1):131–146. INTA, Argentina.
- RAFFO M.D., A. PONCE, G. SOZZI, A. VICENTE y C. STORTZ. (2011). Compositional changes in 'Bartlett' pears (*Pyrus comunnis*, L.) cell wall polysaccharides as affected by sunlight conditions. *J. of Agric. Food Chem.* 59, 12155–12162.
- RODRIGUEZ, A. y MUÑOZ, A. (2006). Síntesis agrometeorológica para el período 1990–2004 EEA Alto Valle. *Boletín de Divulgación Técnica* n°53. INTA.
- SAMS, C. E. (1999). Preharvest factors affecting postharvest texture. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 249–254.
- SCHRADER, L. E., J. ZHANG y W. K. DUPLAGA. (2001). Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature. *Plant Health Progress*, <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/sunburn>. doi:10.1094/PHP-2001-1004-01-RS.
- SCHRADER, L., J. SUN, D. FELICETTI, J.H. SEO, L. JEDLOW y J. ZHANG. (2003). Stress-induced disorders: effects on apple fruit quality. Proceedings of the Washington Tree Fruit Postharvest Conference, Wenatchee, Washington, USA, December 2–3, 2003. pp.7.
- YURI, J. A., C. TORRES, R. BASTÍAS y A. NEIRA. (2000b). Golpe de sol en manzanas. Factores inductores y respuestas bioquímicas. *Agro-Ciencia* 16(1), 23–32.