

USO DE MARCHA SINTÉTICA DE TEMPERATURA PARA ESTIMAR HORAS DE FRÍO EN TIEMPO REAL

ABBREVIATED TEMPERATURE SERIES USED TO ESTIMATE OF CHILLING HOURS IN REAL TIME

Adriana I. Caretta* y Aldo Roberto Cicero* (Ex aequo)

* Profesores. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Meteorología Agrícola, Chacras de Coria, Mendoza, República Argentina. E-mail: acaretta@fca.uncu.edu.ar, acicero@fca.uncu.edu.ar

RESUMEN

Los principales cultivos regionales (vid y frutales entre otros) necesitan frío durante el invierno. Buscando dar utilidad a información disponible de estaciones meteorológicas tradicionales que miden temperatura 3 veces por día, y también la temperatura máxima y mínima, cuando no disponen de instrumental registrador, ni equipos automáticos, para probarlas como estimador de acumulación de horas de frío, se construyó gráficamente una marcha de temperatura, con una serie de 4 valores diarios correspondientes a lectura directa de termómetros contrastados de uso meteorológico, a las 9, 15 y 21 h (8, 14 y 20 hora astronómica) y la mínima diaria. Se comparó con la marcha obtenida con termógrafos tradicionales con faja de papel. Valores diarios y acumulados mensuales comparados con la lectura de fajas, para un período de 19 años, resultaron en un $r^2 = 0,919$; con leve sobreestimación en los años de invierno muy benigno y subestimación en los años de inviernos muy fríos. Se la considera un buen estimador de las horas de frío, para su uso en tiempo real, y cuando se dispone de ese tipo de información básica, permitiendo suministrar los resultados durante la estación en marcha, (cada día, semana o mes) sin la necesidad de completar el año, y también para ser usada en estudios con la información almacenada de años anteriores. Los resultados para valores mensuales permiten un uso seguro de las acumuladas anuales. La sencillez de construcción informatizada del gráfico sintético la hace de muy fácil aplicabilidad y transferencia al medio rural.

Palabras Clave: Biometeorología; exigencias de frío; fruticultura.

SUMMARY

The main local crops (vines and fruit trees principally) need some amount of cold weather during winter. Using the available information from traditional meteorological stations, which count with just temperature data from 9 am, 3 pm and 9 pm, and the daily minimum and maximum, the daily temperature sequence, since May to September, was plot with the five above mentioned first four values. This graphic was tested as estimator to the chilling hours in Chacras de Coria, comparing its results with the quantity of chilling hours obtained from the traditional termograph recording paper. Daily and monthly values of both sequences were compared for a period of 19 years, giving $r^2 = 0.919$, with some overestimation in years with temperate winters and underestimation in severe winters. This methodology is considered a good estimator of chilling hours with basic meteorological data, allowing the calculation in real time, day by day if required, and with no necessity of the twelve annual values of temperature, even though it could be used with climatic data. The monthly values obtained assure a good estimation to the annual ones. The feasibility of doing the graph in a computer makes it easy to get results almost immediately and transfer them.

Key Words: Biometeorología; exigencias de frío; fruticultura.

RECIBIDO: agosto 26, 2007

ACEPTADO: octubre 23, 2007

INTRODUCCIÓN

El efecto de la acumulación de frío por debajo de determinados umbrales es conocido desde los resultados obtenidos por Lisenko (1925 y 1928) que expresó las necesidades de acumulación de frío para trigos otoñales, semioñales y primaverales, definiendo el concepto de “necesidad o exigencia de vernalización”, y utilizando como valor índice a la cantidad de días con determinados niveles de temperaturas.

Con la evolución del conocimiento posterior se definieron las “exigencias en frío, o “exigencia de enfriamiento” para las plantas criófilas, Nitingam y Blake (1934) observó que no crecían por debajo de 7 °C, en frutales, y a partir de ese momento se consideró “hora de frío” o “unidad de dormición” a la cantidad de horas por debajo de 7 °C o 7,2 °C, y posteriormente se usó la acumulación de esas horas de frío en el período de receso invernal, como responsable de las diferencias en la manifestación de las fases fenológicas posteriores al receso, para distintas especies frutales, forestales y ornamentales (Pascale y Damario 2004).

Chandler *et al.* (1937); Magness y Traub (1941), establecen límites de exigencias para distintas especies frutales con valores de 1000 para Manzano, 600 a 900 para Duraznero entre otros.

Muchos estudios posteriores en Argentina y el mundo han llevado a perfeccionar metodologías de registro y uso de esas temperaturas por debajo de un determinado umbral, en muchos casos se debió trabajar con las fajas de registro de los termógrafos de distintos tipos que más allá de la precisión de su funcionamiento y el grado de error que naturalmente han tenido esos sistemas, fueron la única herramienta o fuente de datos, adecuada para estudios en diversos frutales.

En Mendoza, la usaron entre otros, Werkerling *et al.* (1986) en almendros (frutal), Cicero *et al.* (1987), en sauce (forestal). Desde la aparición del instrumental automático, las metodologías se han visto simplificada por el almacenamiento de información y su procesamiento electrónico, pero es importante la disponibilidad de datos de Estaciones Meteorológicas tradicionales, y es fundamental poder aprovecharla como se dispone.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se usaron los datos de temperatura obtenidas en la Estación Agrometeorológica Chacras de Coria, publicada por Cicero y Ortega (1987 - 2007) y Ortega y

Cicero (1959 - 1999), para las lecturas diarias obtenidas en forma directa con termómetros meteorológicos contrastados a las 9, 15 y 21 h, y los de temperatura mínima diaria, para detallar mejor la acción del frío. Estos datos se consideran la información de referencia. Se construyó la marcha sintética continua de la temperatura con esos 4 valores diarios.

Se la comparó con los valores obtenidos por la lectura de fajas de termógrafos disponibles en la misma Estación. Para todo el procesamiento y el análisis estadístico de correlación se utilizó el Software Excel, V. 2003, para facilitar su transferencia posterior al medio rural.

Se trabajó con los meses de la estación invernal – mayo a septiembre - y para un período de 20 años.

Se probó también la posibilidad de mejorar la marcha sintética con la incorporación los valores de las lecturas del termómetro de máxima en la marcha diaria, llevando a cinco valores por día, pero de la comparación estadística se concluyó que no mejora los resultados, decidiéndose aplicar la metodología más sencilla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1, permite observar las diferencias entre los valores diarios de horas de frío calculados para la serie sintética y los leídos de fajas en un mes.

La Figura 2, representa la marcha de la temperatura obtenida de la faja del termógrafo, comparada con la marcha sintética.

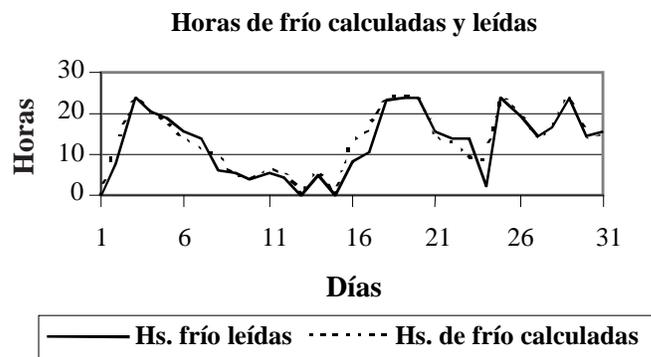


FIGURA 1. Horas de frío diarias calculadas y leídas.

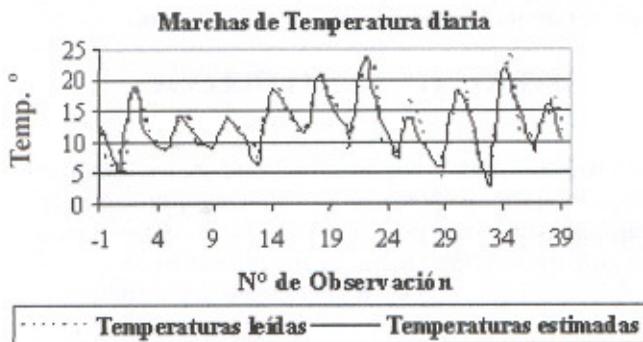


FIGURA 2. Marcha de las temperaturas diarias leídas y calculadas (sintética).

En el Cuadro 1 muestra los resultados que se obtienen en los valores acumulados de las horas de frío leídas de fajas y las de los valores calculados en la marcha sintética. Se han incluido en ella sólo los valores mensuales medios por considerarlos suficientemente explicativos.

Los resultados de la comparación para el total de valores de los 20 años, arrojan un valor de $r^2 = 0919$, y la prueba de t permite obtener inferencia estadística altamente significativa.

El análisis particularizado a cada uno de los meses permite obtener similares valores y conclusiones.

En los años con escasa disponibilidad de frío el método presenta alguna sobreestimación, y en los años con elevada disponibilidad se registra alguna subestimación.

CUADRO. Valores acumulados medios mensuales de las sumas horas de frío calculadas (sintéticas) y las leídas de faja.

Valor medio	Valor medio de horas de frío de 19 años	
	Calculado	Leído
mayo	230,45	237,28
junio	453,09	418,33
julio	454,12	444,35
agosto	333,36	338,52
setiembre	167,16	189,24
Total anual	1 638,18	1 627,73

CONCLUSIONES

- Los resultados de las comparaciones permiten aseverar que la metodología además de su sencillez, permite ofrecer en forma permanente los valores que se acumulan posibilitando su difusión en tiempo real, a medida que avanza la estación invernal.
- La precisión que se obtiene con datos medidos con instrumental considerado exacto o de referencia, compensa aparentemente los errores de magnitud, de tiempo, las fallas de inscripción, y los errores de lectura que se producen con el uso de las fajas del instrumental registrador.
- Los resultados obtenidos para valores mensuales permiten un uso seguro de las acumuladas anuales.
- Para datos de estaciones tradicionales que no cuenten con registradores, permite también obtener las horas de frío a partir de la información climática almacenada de años anteriores.
- La marcha sintética puede usarse como un estimador gráfico si se lo desea con la diferencia que la lectura puede ser automatizada a través del ordenador, es un método sencillo y de fácil aplicabilidad y transferencia en el medio rural.

BIBLIOGRAFÍA

- Cicero, A. *et al.* 1987. El estímulo térmico y la ruptura del receso invernal del Sauce. *Salix babilónica L.*, Res. Publ. In: Actas de la III Jornada de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U. N. Cuyo, (38).
- Cicero, A. y A. Ortega. 1987-2007. Boletín Agrometeorológico de la Facultad de Ciencias Agrarias (Estación "Chacras de Coria"), Publicación permanente de la Cátedra de Meteorología Agrícola Facultad de Ciencias Agrarias, U.N. Cuyo. Chacras de Coria, Mendoza Rep. Argentina.
- Chandler *et al.* 1937. Chilling requeriments for opening to buds on deciduos orchardtrees and some other plants in California, Cal. Agr. Exp.Sta. bull. 611,63 p.
- Lisenko. 1925. La Base teórica de la Vernalización (traduc.), Selskosgy, Moscú

- Lisenko.1928. Efecto del factor térmico sobre la duración de las fases de desarrollo de las plantas (traduc.) Trudy, 6 (3) 38 p. Baku URRS. (Citado por Pascale y Damario 2004).
- Magness, J. y H. Traub. 1941. CLIMATES Adaptation of fruit and nut crops. Climate and Man Yearbook, 400 – 416, Washington, U.S.A.
- Nitingale, G. and M. Blake. 1934. Effects of temperature on the growth and composition Stadman and Baldwin apple trees. New Jersey Afr. Exper. Sta. Bull 566, New Brunswick.
- Pascale, A. y Damario, E. 2004. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Bs. Aires, Argentina. 550 p.
- Werkerling *et al.*(1986). Efecto de la Temperatura en la floración del Almendro (Prunas Amigdalus Bstch). Actas de la IV Reunión Argentina de Agrometeorología, Córdoba, Rep. Argentina. 59-64.
- Ortega, A. y A. Cicero. (1959-1999). Estadística Agrometeorológica de Chacras de Coria, Publicación de la Cátedra de Meteorología Agrícola Facultad de Ciencias Agrarias U. N. Cuyo.