

## PORCIONES DE FRÍO ACUMULADAS EN LA REGION CENTRO DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

**GARCÍA, M. S.<sup>1</sup>; LEVA, P.<sup>1</sup>; TÓFFOLI, G.<sup>1</sup>; GARIGLIO, N.<sup>2</sup> & VALTORTA, S.<sup>1</sup>**

### RESUMEN

La región centro oeste de la provincia de Santa Fe presenta inviernos benignos. Esta característica dificulta la aplicación de modelos de cuantificación de frío elaborados en regiones de climas fríos. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar el frío invernal de dos localidades de la región centro, utilizando el modelo dinámico, aconsejado para regiones con clima cálido y subtropical. Para Sauce Viejo y Rafaela (Serie 1970-2007), se simularon las temperaturas horarias del período mayo a septiembre a través de la metodología propuesta por Parton y Logan. Con las temperaturas medias horarias, se estimaron las porciones o quantum de frío según el Modelo Dinámico. Las porciones de frío acumuladas en Rafaela y Sauce Viejo fueron de 46 y 37, respectivamente siendo la distribución a lo largo del año similar en ambas localidades.

*Palabras claves: frío invernal, modelo dinámico, frutales.*

### SUMMARY

#### **Cold quanta accumulated in central west Santa Fe province.**

The central west region of Santa Fe province presents benign winters. This condition complicates the use of cold quantification models developed for cold climates. The objective of the present work was to quantify the winter cold for two locations in the central region, using the Dynamic Model suggested for hot and subtropical climate regions. Hourly temperatures were estimated from May to September (1970-2007) for Sauce Viejo and Rafaela, using the methodology proposed by Parton and Logan. The cold quanta were estimated according to the Dynamic Model, using mean hour temperatures. The cold quanta accumulated in Rafaela and Sauce Viejo were 46 and 37, respectively, the year distribution being similar for both locations.

*Key words: winter cold, dynamic model, fruit.*

---

1. Cátedra de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Agrarias (UNL). Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Telefax: (03496) 426400. Interno 252. e-mail: msgarcia@fca.unl.edu.ar

2. Cátedra de Cultivos Intensivos. FCA (UNL).

Manuscrito recibido el 26 de diciembre de 2012 y aceptado para su publicación el 8 de agosto de 2013.

## INTRODUCCION

El período de reposo de los árboles frutales, también denominado dormición o latencia, se caracteriza por la supresión temporal del crecimiento visible de cualquier estructura de la planta que contenga meristemo (Lang, 1996). Se ha comprobado que en un estado de dormición profunda o endodormición, las yemas no salen del mismo hasta tanto no hayan experimentado la acumulación de una suficiente cantidad de frío invernal (Tabuenca, 1965). La valoración cuantitativa de la exigencia en frío comenzó realmente después de que experimentalmente Nightingale & Blake (1934), determinaron en condiciones de laboratorio que el valor térmico de 7°C o 7,2 °C, era el límite superior de temperatura con acción favorable de enfriamiento. A partir de allí, diversos investigadores establecieron una escala de cantidad de horas de frío que deberían acumular las distintas especies para prosperar y poder romper la dormición adecuadamente (Chandler *et al.*, 1937; Magness & Traub, 1941). Estos valores medios se usaron como referencia durante muchos años hasta que las manifestaciones fenológicas registradas en diferentes lugares, y bajo diferentes climas, demostraron que esta escala no es estable ni absoluta (Agustí, 2004). Este conocimiento hizo posible desarrollar las unidades de enfriamiento o unidades de frío (Pascale & Damario, 2004). La escala de unidades de frío se continúa usando a pesar de que estudios recientes aconsejan introducir los efectos del termoperíodo diario (Erez *et al.*, 1987). En este contexto, Erez *et al.*, (1979), desarrollaron otro esquema de

cuantificación, al que se conoce como modelo dinámico (Erez *et al.*, 1990), el cual combina distintos ciclos de temperaturas moderadas que se producen durante el día y temperaturas más bajas que se producen en la noche.

Para la región centro de la provincia de Santa Fe, García *et al.* (2009, 2011), cuantificaron para el período comprendido entre mayo y septiembre, las horas de frío de Sauce Viejo y Rafaela. Para las mismas localidades se estimaron las unidades de frío según el modelo de Richardson *et al.*, (1974), siendo junio, julio y agosto, los meses en los cuales se acumulan las unidades de frío efectivas (García *et al.*, 2012).

Este modelo de Utah (Richardson, 1974) que aún mantiene una importante vigencia en zonas con inviernos relativamente fríos, puede ser cuestionado en cuanto a su efectividad en zonas de inviernos suaves como el que presentan las localidades en estudio (Egea, 1989).

Según Fishman *et al.*, (1987) y Erez *et al.* (1988), el modelo dinámico ha dado mejores resultados en climas templados cálidos y subtropicales.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la disponibilidad de frío aplicando el modelo dinámico en las localidades de Rafaela y Sauce Viejo (Santa Fe).

## MATERIALES Y METODOS

Las localidades de Rafaela y Sauce Viejo se encuentran ubicadas a los 31° 11' S y 61° 33' W y 31° 42' S y 60° 40' W, respectivamente. El tipo climático correspondiente según la clasificación

de Köppen (Conde, 2000) es Cfa (templado húmedo sin estación seca con veranos muy calurosos).

Los datos de temperatura del aire que se utilizaron para caracterizar agrolimáticamente a las localidades en cuanto a la disponibilidad de frío, corresponden a la Estación Experimental Agropecuaria (INTA) Rafaela (31° 11' S; 61° 33' W, 100 msnm) y Sauce Viejo (31° 42' S; 60° 40' W 13 asnm), ambas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional.

Con los valores diarios de temperaturas máximas y mínimas de ambas localidades (Serie: 1970-2007), se simuló la marcha diaria de la temperatura para los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, utilizando la metodología de Parton & Logan (1981) ajustada para la región centro de Santa Fe por García *et al.*, (2009, 2011). Con las temperaturas medias horarias simuladas se estimaron para los meses analizados, las porciones de frío (PF) aplicando el modelo dinámico (Erez *et al.*, 1988). Según Firshman *et al.* (1987), la acumulación de los quantum de frío, se realiza en dos

pasos, el primero reversible, de formación y destrucción de un precursor térmicamente lábil, y el segundo irreversible, transferencia a una porción de un factor estable (Fig. 1).

A través de estadísticos simples y mediante la utilización de un software estadísticos (Di Rienzo *et al.*, 2010), se analizaron los índices mensuales y anuales de las PF acumuladas en las dos localidades.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se observan las porciones de frío mensuales (PFm) y acumuladas (PFA) para la localidad de Sauce Viejo y Rafaela.

La distribución de las PFA a lo largo del año fue similar en ambas localidades.

De los cinco meses analizados, en Sauce Viejo y Rafaela, julio es el mes que mayor contribución realizó, aportando del total acumulado el 43 % y 39%, respectivamente. En cuanto al

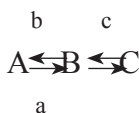


Fig.1: Esquema de cálculo de las porciones de frío (PF) según el modelo dinámico.

A: estado de reposo invernal.

B: producto de la exposición de A a bajas temperaturas que puede retornar a A dependiendo de la temperatura.

C: producto de B que se fija con temperaturas moderadas y no es reversible representando un avance a la salida del reposo.

a: reacción negativa al frío. Las altas temperaturas ( $\geq 16^{\circ}\text{C}$  hasta  $24^{\circ}\text{C}$ ) contrarrestan los efectos del frío acumulado.

b: reacción al frío favorecida por bajas temperaturas ( $\geq 0^{\circ}\text{C}$  hasta  $13^{\circ}\text{C}$ ).

c: reacción de conversión de B a C a  $T^{\circ}\text{C}$  moderadas ( $\geq 13^{\circ}\text{C}$  y  $\leq 15^{\circ}\text{C}$ ).

Cuadro 1: Porciones de frío mensuales y acumuladas (PFA) en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre para las localidades de Sauce Viejo y Rafaela (Serie: 1970-2007).

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	PFA
Sauce Viejo	0	13	16	8	0	37
Rafaela	1	17	18	8	2	46

aporte de PF mensuales, le siguen los meses de junio (36% y 37%) y agosto (17%), siendo este último mes similar en ambas localidades.

En Rafaela, el mes de mayo y septiembre aportó 1 y 2 PF, respectivamente, mientras que en Sauce Viejo la contribución de dichos meses resultó ser nula.

Con respecto al valor acumulado y coincidiendo con lo informado por García *et al.* (2009, 2011, 2012), sobre las horas y unidades de frío acumuladas de ambas localidades, las PFA en Sauce Viejo son menores a las estimadas para Rafaela. Esto podría ser explicado por la acción reguladora que ejerce sobre la región la gran masa de agua que representa el Río Paraná (Cáceres, 1980).

Por otro lado y teniendo en cuenta que la brotación a campo de las variedades de durazno de bajos requerimientos utilizado en la zona centro de Santa Fe ocurre entre el 4 y el 31 de julio (Gargallo *et al.*, 2009); 29 (Sauce Viejo) y 36 (Rafaela) PF, serían suficientes para que los cultivares presenten un comportamiento adecuado.

Por los resultados obtenidos en el presente trabajo y en coincidencia con lo informado por Pascale & Damario (2004), no se puede concluir que el modelo dinámico presentó un mejor comportamiento que el modelo de Utah, solo se puede informar que tuvo un

comportamiento similar en ambas localidades. Para poder determinar cuál de los modelos de cuantificación de frío existentes se ajusta mejor a la región centro de la provincia de Santa Fe, no solo habría que expresar los requerimientos de frío de las variedades de durazno en unidades y porciones de frío, sino que se deberían realizar ensayos biológicos y a campo (Dennis, 2003), a través de los cuales se podría inferir cuál de ellos explica mejor el comportamiento fenológico de los cultivares implantados en la región.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUSTÍ, M. 2004. Fruticultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Spain. 493 p.
- CACERES, L. M. 1980. Caracterización climática de la provincia de Santa Fe. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección general de suelos y agua. Departamento de Aguas. 55158. C 14.
- CONDE, J. 2000. Mapa climático de Köppen. Editoriales y opinión prensa internacional traducidos al castellano on line. URL: <http://www.terra.es/personal/jesusconde>. Consultado: 02/12/2011.

- CHANDLER, W.H.; M.H. KIMBALL; G.L. PHILLIP; W.P. TUFTS & G.P. WELDON.** 1937. Chilling requirements for opening of buds on deciduous orchard trees and some other plant in California Univ. of California College Agr. Exp. Sta. Bul. 611.
- DENNIS, J. R.** 2003. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. *HortScience* 38, 347-350.
- DI RIENZO, J. A., F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L. GONZÁLEZ; M. TABLADA & C.W. ROBLEDO.** Infostat versión 2010. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- EGEA, J.** 1989. Necesidades de frío en frutales de hojas caducas. Estado de la cuestión. *Frut.Prof.*,24,19-25.
- EREZ, A.; G. A. COUVILON & C.A. HENDERSHILT.** 1979. Quantitative chilling enhancement and negation in peach buds by high temperatures in a daily cycle. *J.Soc. Am.Hort.Sci.*104:536-540.
- EREZ, A.** 1987. Chemical control of budbreak. *HortScience* 22:1240-1243.
- EREZ, A.;S. FISHMAN; Z. GAT AND G. A. COUVILLON.**1988. Evaluation of winter climate for breaking bud rest using the dynamic model. *Acta Hort.* 232:76-89.
- EREZ, A.; S. FISHMAN; G. C. LINSLEY-NOAKES & P. ALLAN.** 1990 The Dynamic Model for rest completion in peach buds. *Acts Horticulturae*, 276: 165:174.
- FISHMAN, S.; A. EREZ & G.A. COUVILLON.**1987. The temperatura dependence of dormancy breaking in plants: mathematical analysis of a two step model involving cooperative transition. *J. Theor. Biol.* 124:473-483.
- GARCIA, M.S.; P. E. LEVA; S.E. VALTORTA; N. GARIGLIO & G. TOFFOLLI.** 2009. Disponibilidad de horas de frío para la localidad de Rafaela (Santa Fe, Argentina): Modelos de estimación. *Rev. Facultad de Agronomía UBA*, 29 (3): 163-168.
- GARCIA, M.S.; P. E. LEVA; G. TOFFOLLI, N. GARIGLIO & S.E. VALTORTA** 2011. Disponibilidad de horas de frío para la localidad de Sauce Viejo (Santa Fe, Argentina). *Revista FAVE - Ciencias Agrarias* 10 (1-2): 69-75.
- GARCIA, M.S.; P. E. LEVA; G. TOFFOLLI. & N. GARIGLIO.** 2012. Determinación de unidades de frío para Rafaela (Santa Fe). XIV Reunión Argentina de Agrometeorología. Malargue, Mendoza. Abstrac.pp.89
- GARIGLIO, N.; MENDOW, M.; WEBER, M.; FAVARO, M.A.; GONZÁLEZ-ROSSIA, D. & PILATTI, R.A.** 2009. Phenology and reproductive traits of peaches and nectarines in central-east Argentina. *Revista Scientia Agrícola* 66(6):757:763.
- LANG, G. A.** 1996. *Plant Dormancy: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology.* CAB International. 386 pp.
- MAGNESS, J. & H. TRAUB.** 1941. *Climates: Adaptation of fruit and nut crops.* Climate and Man Yearbook, 400 – 416, Washington, U.S.A.
- NIGHTINGALE, G. T. & M.A. BLAKE.** 1934. Effects of temperature on the growth and composition Stayman and Baldwin apple trees. *New Jersey Afric.Exper. Sta., Bull* 566, New Brunswick.
- PARTON, W. J. & J. A. LOGAN.** 1981. A model for diurnal variation en soil and air temperature. *Agric. Meteoro* 1.,23:205-216.

- PASCALÉ A. J. & E. A. DAMARIO.** 2004. Bioclimatología agrícola y Agrometeorología. Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. 2004. 550 p.p.
- RICHARDSON, E.A.; S.D. SEELEY & R.D. WALTER.**1974. A model for estimating Completion of Rest for “Redhaven” and “Elberta” Peach Trees. Hortscience 9: 331-332.
- TABUENCA, M.C.** 1965. Influencia del clima en los frutales. CSIC. Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza, España. 297 pp.