

# Determinación de los requerimientos térmicos otoño-invernales en almendro (*Prunus amygdalus* Batsch) cv. Guara y cv. Marinada

## Determination of Autumn-Winter Thermal Requirements in Almond (*Prunus amygdalus* Batsch) cv. Guara and cv. Marinada

Javier Emilio Chaar<sup>1</sup>\*[orcid.org/0000-0001-7603-4731](https://orcid.org/0000-0001-7603-4731)

Viviana Laura Castro<sup>2</sup> [orcid.org/0000-0003-0486-4351](https://orcid.org/0000-0003-0486-4351)

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Agencia de Extensión Rural Guaymallén Guaymallén, Mendoza, República Argentina

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria San Juan Pocito, San Juan, República Argentina

\*Autor de correspondencia: [chaar.javier@inta.gob.ar](mailto:chaar.javier@inta.gob.ar)

### Resumen

**Objetivo:** determinar en almendros cv. Guara y cv. Marinada la fecha de transición entre endodormancia y ecodormancia, y los requerimientos de frío y de calor para la salida del reposo otoño-invernal. **Materiales y métodos:** para determinar la fecha de transición entre endodormancia y ecodormancia, se utilizó un método de correlación entre la fecha de plena floración y períodos de temperatura media del aire. El requerimiento de frío se determinó mediante tres modelos distintos: horas de frío (HF), unidades de frío (UF) y porciones de frío (PF). La acumulación de calor se calculó como horas grado de crecimiento (GDH °C) para los tres modelos de acumulación de frío. **Resultados:** la fecha media de transición entre endodormancia y ecodormancia fue el 29 de julio para el cv. Guara y el 27 de julio para el cv. Marinada. El modelo de PF estimó la fecha de plena floración un día antes a la observada a campo. El modelo de HF seis días antes y el de UF seis días después. **Conclusión:** el modelo más adecuado fue el de PF. Los cultivares Guara y Marinada poseen el mismo requerimiento de frío (41 PF) y distinto requerimiento de ca-

### Abstract

**Objective:** determine in almond cv. Guara and cv. Marinada the date of transition between endodormancy and ecodormancy, and chill and heat requirements to breaking autumn-winter. **Materials and methods:** to determine the transition date between endodormancy and ecodormancy, a correlation method was used between the date of full bloom and periods of average air temperature. The cold requirement was determined using three different models: chill hours (CH), chill units (CU) and chill portions (CP). Heat accumulation was calculated as growing degree hours (GDH °C) for the three models of cold accumulation. **Results:** the average transition date between endodormancy and ecodormancy was July 29 for cv. Guara and July 27 for cv. Marinada. The CP model estimated the date of full bloom one day before that observed in the field. The CH model six days earlier, and the CU model six days later. **Conclusion:** the most suitable model was the CP model. Cultivars Guara and Marinada have the same cold requirement (41 CP) and different heat requirements (4626 and 5552 GDH °C, respectively), for blooming.

lor (4626 y 5552 GDH °C, respectivamente), para florecer.

### *Palabras clave*

Dormancia, floración, brotación, reposo, cambio climático.

### *Keywords*

Dormancy, bloom, sprout, rest, climate change.

## Introducción

La floración del almendro precede al desarrollo vegetativo, por lo cual el inicio de la floración es una etapa de vulnerabilidad al daño por frío. La floración tardía es necesaria para la expansión del cultivo y evita condiciones climáticas primaverales adversas (Chaar, 2013; Martínez-Gómez *et al.*, 2017). La forma en la cual los árboles frutales caducifolios regulan su momento de salida del reposo otoño-invernal es mediante la acumulación de frío y luego de calor. Estas dos etapas son denominadas endodormancia y ecodormancia, respectivamente (Lang *et al.*, 1987). Si bien la floración tardía es una característica deseada en los cultivares de almendro, la falta de acumulación de frío provoca una brotación despereja y escasa, siendo el período de floración más extendido y con grandes diferencias en estados fenológicos dentro de cada planta; ello afecta negativamente el rendimiento y la calidad frutal (Pérez *et al.*, 2008; Benmoussa *et al.*, 2017; Prudencio *et al.*, 2018; Prudencio *et al.*, 2019). Además de la variación geográfica en cuanto a la oferta de frío otoño-invernal, que podría afectarse a futuro debido al aumento de las temperaturas mínimas (Parker y Abatzoglou, 2018; Rodríguez *et al.*, 2021), es por ello importante determinar los requerimientos térmicos de los distintos materiales vegetales disponibles, para así realizar una correcta elección en los sitios de cultivo con determinada oferta térmica, para maximizar su aprovechamiento en las áreas agroclimáticamente adecuadas (Chaar y Astorga, 2012; Prudencio *et al.*, 2018). Los cultivares de almendro Guara y Marinada se plantaron en San Juan, Argentina, durante la última década, por su autocompatibilidad y floración tardía, lo cual incrementó las expectativas de rendimiento y comportamiento productivo del almendro ante la ocurrencia de heladas tardías (Castro *et al.*, 2020; Castro y Chaar, 2021); sin embargo, no se conocen con exactitud sus requerimientos térmicos durante el reposo bajo condiciones locales, por lo que, a futuro, pudiera representar una limitante productiva. El objetivo de este trabajo fue determinar en almendros cv. Guara y cv. Marinada la fecha de transición entre endodormancia y ecodormancia, y los requerimientos de frío y de calor para la salida del reposo otoño-invernal, en Pocito, San Juan, Argentina.

## Materiales y métodos

### *Sitio y material experimental*

El trabajo se llevó a cabo en una plantación ubicada en el Valle de Tulum, Departamento de Pocito, Provincia de San Juan, Argentina (31° 39' S; 68° 35' O).

Los cultivares de almendro evaluados fueron Guara y Marinada, estando las plantas injertadas sobre pie Garfinem (*Prunus persica* x *P. amygdalus*), conducidas en vaso, adaptadas a cosecha mecánica y regadas por goteo. El cv. Guara fue implantado en el año 2010 en un marco de 6 x 3 m y el cv. Marinada en el año 2012 a 6 x 5 m.

### *Determinación de la fecha de plena floración*

La fecha de plena floración correspondió a 50% de flores abiertas y se registró la fenología en 12 a 18 plantas de cada cultivar, según la metodología de la escuela europea del GREMPA (Felipe, 2000). Las observaciones se realizaron cada dos o tres días.

Los años registrados en el cultivar Guara fueron 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021, mientras que en el cultivar Marinada fueron 2014, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021.

### *Registro de temperatura del aire*

La temperatura del aire se registró en una estación meteorológica automática ubicada en la Estación Experimental Agropecuaria San Juan del INTA (31° 37' S; 68° 32' O; 618 m.s.n.m.).

### *Estimación de la fecha de transición entre endodormancia y ecodormancia*

La estimación de la fecha de transición entre endodormancia y ecodormancia se determinó para los cultivares evaluados mediante el método de correlación entre la fecha de plena floración y períodos de temperatura media del aire (Alonso *et al.*, 2005a; Chaar y Astorga, 2012). El fundamento del método se basa en el efecto diferente de las temperaturas frías y templadas sobre la fecha de plena floración, según sea su incidencia durante la endodormancia o la ecodormancia. Se considera iniciada la ecodormancia cuando el coeficiente de correlación de Pearson entre la fecha de plena floración y el promedio de temperaturas medias del período considerado (5, 10, 15, 20, 25 o 30 días) es significativo, luego de una serie continua de coeficientes negativos. En el caso del cv. Guara, con seis años de registro de fecha de plena floración, el coeficiente de correlación de Pearson es significativo cuando es menor a -0.811; mientras que en el cv. Marinada, con cinco años de registro, el coeficiente de correlación de Pearson es significativo cuando es menor a -0.878 (Statistics Solutions, 2021). En ambos cultivares no se incluyó el año 2021 en el modelo, porque se utilizó para la validación.

### *Cálculo de los requerimientos de frío y de calor*

A partir de las temperaturas horarias se calcularon los requerimientos de frío y de calor para la floración. El de frío se calculó mediante tres modelos distintos: horas de frío (Weinberger, 1950; Dennis, 2003), unidades de frío (modelo Utah; Richardson *et al.*, 1974) y porciones de frío (modelo Dinámico; Erez y Fishman, 1998; Erez *et al.*, 1990).

En el primer modelo, una hora de frío (HF) se acumula cuando la temperatura horaria se encuentra entre 0 y 7.2 °C (Weinberger, 1950; Dennis, 2003).

El modelo Utah cuantifica el grado de frío acumulado en unidades de frío (UF), asignando diferentes pesos según varios rangos de temperatura y tiene en cuenta la influencia negativa de temperaturas elevadas durante el período de dormancia (Richardson *et al.*, 1974).

El modelo dinámico asume que el nivel de terminación de la dormancia depende del nivel de un cierto factor de ruptura, el cual se acumula en las yemas mediante un proceso de dos pasos. El primero es un proceso reversible de formación y destrucción de un precursor térmicamente lábil. Cuando se acumula una porción crítica del precursor, ésta es transferida irreversiblemente en el segundo paso a una porción de un factor estable, una porción de frío (PF) (Erez *et al.*, 1990).

El inicio de acumulación en HF y PF se consideró a partir del 1 de mayo de cada año (Ramírez *et al.*, 2010). El inicio de acumulación en UF se consideró el día siguiente a la última acumulación diaria negativa de UF, mientras que el último día de acumulación fue el estimado por el método de correlación (Chaar y Astorga, 2012). El promedio de las HF, PF y UF de los seis años para el cv. Guara y de los cinco años para el cv. Marinada, se consideró como la necesidad de frío de cada cultivar.

La acumulación de calor se calculó según Richardson *et al.* (1974) para los tres modelos de acumulación de frío. Una hora grado de crecimiento (GDH °C) se define como una hora a una temperatura 1 °C por arriba de la temperatura base de 4.5 °C. Las temperaturas por encima de 25 °C se asumen iguales a 25 °C, y es la mayor acumulación posible por cada hora, 20.5 GDH °C (Alonso *et al.*, 2005a). Las GDH °C se calcularon desde la fecha de transición entre endo-ecodormancia y la fecha de plena floración, promediando los valores de seis años para el cv. Guara y de cinco años para el cv. Marinada para determinar los requerimientos de calor de cada cultivar.

### *Validación de los modelos utilizados*

Para la validación de los distintos modelos de acumulación de frío se utilizaron los datos de temperatura horaria de 2021, los cuales no se incluyeron en el armado de los modelos.

### *Análisis estadístico*

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa InfoStat/Profesional (Universidad Nacional de Córdoba, 2006), mediante las herramientas de análisis de correlación de Pearson y análisis de regresión lineal.

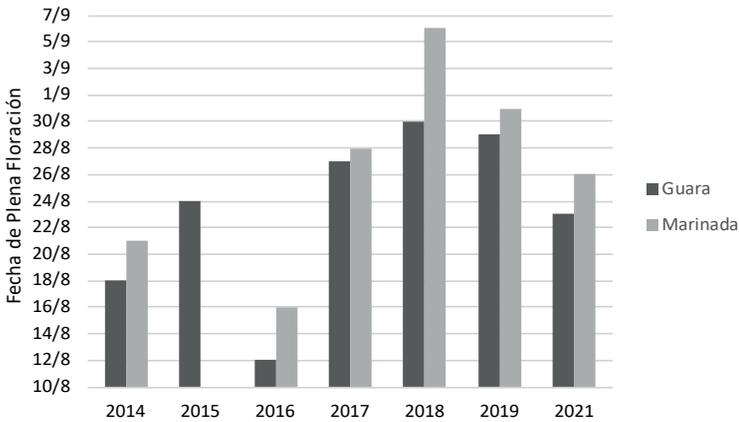
## Resultados

### *Fecha de plena floración*

En los años del estudio, el cv. Guara floreció siempre antes que el cv. Marinada. La plena floración ocurrió entre el 12 y 30 de agosto en el cv. Guara y entre el 16 de agosto y 6 de septiembre en el cv. Marinada (figura 1).

Figura 1

Fecha de plena floración de almendros Guara y Marinada en Pocito, San Juan, Argentina



*Fecha de transición entre endodormancia y ecodormancia*

A partir de los coeficientes de correlación, se observa que el período de 15 días de temperatura media es el más indicado, por su mayor valor absoluto. Sin embargo, el coeficiente de correlación más bajo fue de  $-0.30301$  para el cv. Guara y de  $-0.28251$  para el cv. Marinada (figura 2), no siendo significativa la correlación (valores límite de  $-0.811$  para seis años de registro y de  $-0.878$  para cinco años). En las figuras 3 y 4 se observa que el punto de inflexión de la curva fue el 29 de julio para Guara y el 27 de julio para Marinada.

Figura 2

Coefficiente de correlación entre temperatura y fecha de plena floración según período de temperaturas medias

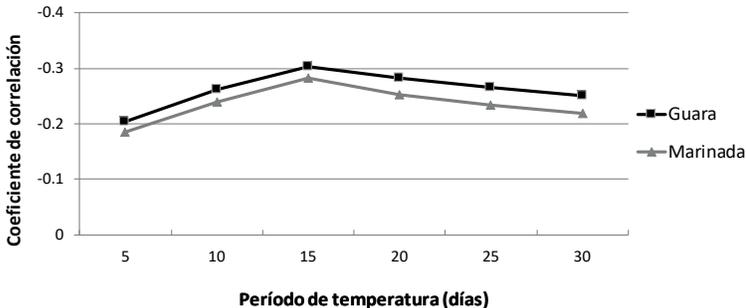


Figura 3

Coefficientes de correlación entre la fecha de plena floración y el promedio de temperaturas medias, en almendro cv. Guara

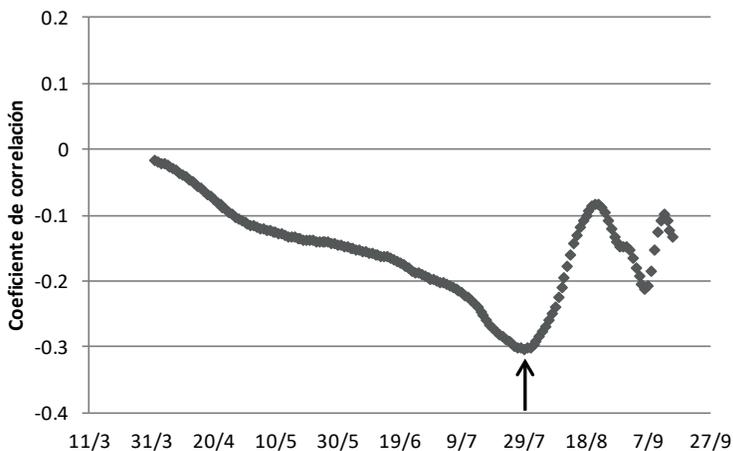
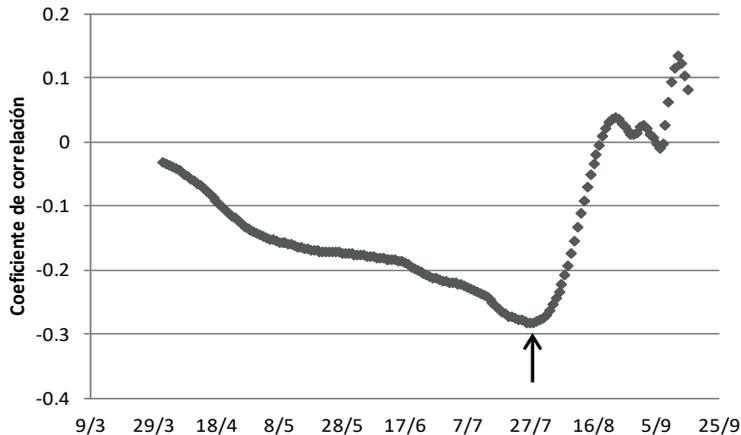


Figura 4

Coefficientes de correlación entre la fecha de plena floración y el promedio de temperaturas medias, en almendro cv. Marinada



Requerimientos de frío y de calor

A partir de la utilización de los tres modelos de acumulación de frío, se calcularon las necesidades de los cultivares de almendro (cuadro 1).

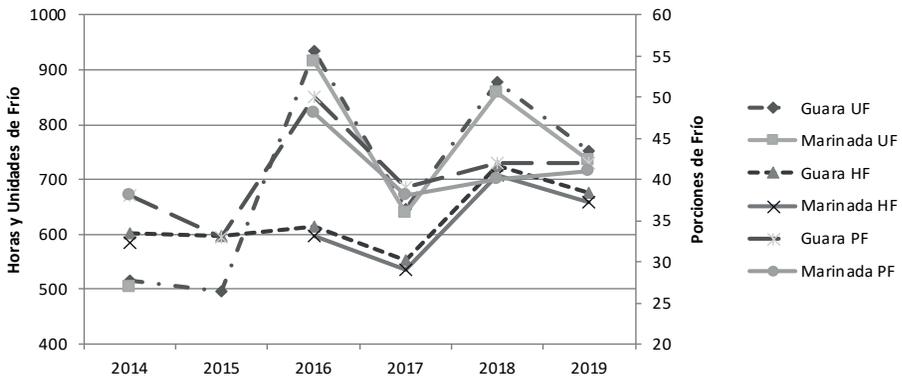
Según Ramírez *et al.* (2010) el inicio de la acumulación de HF y PF es el 1° de mayo, por lo cual la endodormancia duró 89 días en el cv. Guara y 87 días en el cv. Marinada, mientras que la ecodormancia fue de 25 y 30 días, respectivamente (cuadro 1).

Cuadro 1  
Requerimientos térmicos de almendros cv. Guara y cv. Marinada en Pocito, San Juan, Argentina

	Guara	Marinada
Fecha de transición endo-ecodormancia	29-7	27-7
Horas de frío	629	617
Unidades de frío	704	730
Porciones de frío	41	41
GDH °C	4626	5552
Fecha de plena floración	23-8	26-8

El modelo de PF fue el que presentó la menor variación interanual (figura 5).

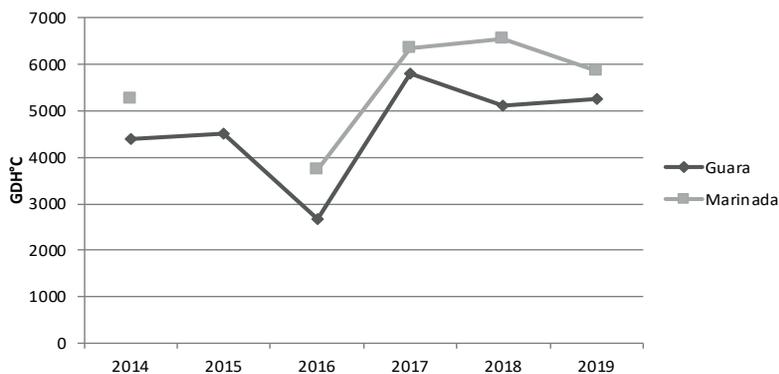
Figura 5  
Variación interanual de unidades de frío, horas de frío y porciones de frío calculadas para los almendros cv. Guara y cv. Marinada en Pocito, San Juan, Argentina



La necesidad de calor para salir de la ecodormancia fue mayor en el cv. Marinada en todos los años del período de estudio (figura 6).

Figura 6

Variación interanual de horas grado de crecimiento (GDH °C) calculadas para los almendros cv. Guara y cv. Marinada en Pocito, San Juan, Argentina



Los modelos de UF y PF mostraron de moderada a alta la correlación entre los valores de requerimiento de frío calculados (figuras 7 y 8).

Figura 7

Relación entre unidades de frío y porciones de frío en almendro cv. Guara en Pocito, San Juan, Argentina

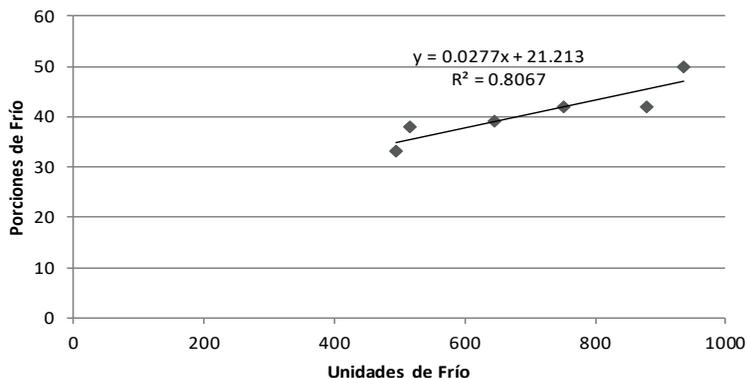
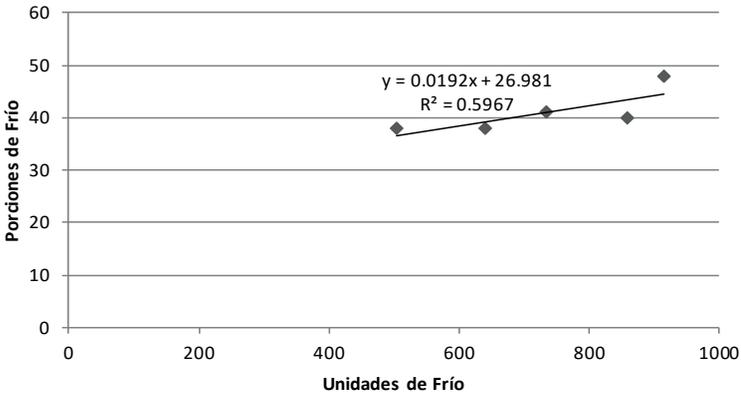


Figura 8

Relación entre unidades de frío y porciones de frío en almendro cv. Marinada en Pocito, San Juan, Argentina



*Validación de los modelos*

Al comparar la fecha de plena floración estimada para 2021 por los tres modelos utilizados, con la registrada de campo en 2021, se observó que el modelo de PF estimó la fecha de plena floración un día antes a la observada a campo (cuadro 2), el modelo de HF la estimó seis días antes y el de UF seis días después. Los modelos se comportaron de la misma manera para ambos cultivares, en cuanto a los días de diferencia entre la fecha de plena floración estimada y la observada a campo.

Cuadro 2

Fecha de plena floración observada en 2021 para almendros cv. Guara y cv. Marinada en Pocito, San Juan, y estimada según el modelo de acumulación de frío

	Modelo de acumulación de frío			Observación a campo
	Unidades de frío	Porciones de frío	Horas de frío	
Guara	1/9	25/8	20/8	26/8
Marinada	5/9	29/8	24/8	30/8

**Discusión**

De manera similar a lo observado en los cultivares Guara y Marinada, El Yaacoubi *et al.* (2019) mencionan en almendro cv. Tuono una amplia variación interanual en las fechas de floración. Según Muncharaz-Pou (2017), a partir de la comparación del perfil genético usando marcadores moleculares para determinar la similitud o diferencia entre cultivares, se determinó que el cv. Guara es una selección clonal del cv. Tuono; informa-

ción genotípica que junto a las características similares de los dos cultivares demuestran que el cv. Guara es en realidad el mismo que el italiano Tuono (Dicenta *et al.*, 2015).

A partir de los gráficos de correlación (figuras 3 y 4), se observa la tendencia marcada de cambio de respuesta a la temperatura por parte de la fecha de plena floración. El valor más bajo del coeficiente de correlación negativo indica que, en esa fecha, temperaturas elevadas promueven el proceso de apertura floral, adelantando la fecha de plena floración. Por lo tanto, se puede considerar este punto de inflexión de la curva como el paso de endodormancia a ecodormancia.

El modelo de HF, si bien es simple de aplicar, no es el más indicado para zonas de cultivo con períodos cálidos en invierno (Pérez *et al.*, 2008) y el modelo de UF presentó una elevada variación interanual (figura 5), subestimando la cantidad de frío acumulada en inviernos benignos (Erez y Fishman, 1998; Erez *et al.*, 1990). Según Prudencio *et al.* (2018) la estimación de los requerimientos de frío y de calor en almendro bajo diferentes condiciones climáticas mostró que el modelo de PF presenta menos variación que el modelo de UF, especialmente durante las temporadas más cálidas. Benmoussa *et al.* (2017) mencionan que el modelo de PF proporcionó la estimación más precisa de requerimientos de frío en cultivares de almendro, con la menor variación interanual en el frío acumulado durante la endodormancia. En este sentido, Gaeta *et al.* (2018) mencionan un requerimiento en almendro cv. Tuono de 52 PF y 3983 GDH °C en la región de Apulia, Italia.

En el año 2016 se observó en ambos cultivares una compensación entre la elevada acumulación de frío y la baja acumulación de calor (figuras 5 y 6), en concordancia a lo mencionado por Couvillon y Erez (1985).

En el presente trabajo, el almendro cv. Guara mostró una necesidad de 704 UF y 4626 GDH °C; Alonso *et al.* (2005a) utilizando el mismo método de correlación, observaron que el cv. Guara necesita 463 UF y 7978 GDH °C para florecer en Aragón, España. El cv. Marinada en Pocito, San Juan, tuvo un requerimiento de 730 UF y 5552 GDH °C, mientras que Keleta *et al.* (2020) mencionan requerimientos de 815.5 UF y 4007.6 GDH °C en Hungría. Según Alonso *et al.* (2005b), una misma variedad puede tener diferentes necesidades en frío y calor para la floración, dependiendo de los regímenes de temperatura que sufre, ya que la planta no responde de igual forma en climas con cambios bruscos de temperatura. Aquí se evidencia la importancia de realizar estudios locales sobre los requerimientos térmicos de los materiales vegetales.

A partir de los resultados obtenidos, se observó que el requerimiento de frío es similar entre ambos cultivares de floración tardía, siendo el modelo de PF el que mejor se adapta para el cálculo bajo las condiciones climáticas locales. La floración más tardía del cv. Marinada se debe a un mayor requerimiento de calor (GDH °C). Por lo tanto, el riesgo de no satisfacer el requerimiento de frío es similar en ambos cultivares, para la zona productiva de Pocito, San Juan; mientras que, en zonas geográficas con climas de invierno poco riguroso, ciertos cultivares pueden no cubrir su requerimiento de frío, no obstante, el requerimiento de calor generalmente se satisface, variando la fecha de floración en función de la velocidad de acumulación (Chaar y Astorga, 2012). Si los requerimientos

de frío no son satisfechos, esto puede tener efectos negativos en la productividad, por lo cual es riesgoso cultivar almendros de floración extra y ultra tardía en áreas muy cálidas (Prudencio *et al.*, 2018).

## Conclusiones

El método de correlación entre la fecha de plena floración y períodos de temperatura media del aire, si bien arrojó coeficientes no significativos, permitió estimar gráficamente la fecha de transición entre endodormancia y ecodormancia para los cultivares Guara y Marinada en Pocito, San Juan, Argentina.

El modelo de acumulación de frío que mejor se ajustó a lo observado a campo fue el de PF, estimando la fecha de plena floración con sólo un día de diferencia.

Los cultivares Guara y Marinada, en Pocito, poseen el mismo requerimiento de frío (41 PF) y distinto requerimiento de calor (4626 y 5552 GDH °C, respectivamente), para florecer.

## Agradecimientos

A la maestra Sonia Silva por la puesta en disponibilidad de los datos de temperatura de la Estación Experimental Agropecuaria San Juan del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

## Literatura citada

- Alonso, J. M.; Ansón, J.M.; Espiau, M.T. y Socias i Company, R. (2005a). Determination of endodormancy break in almond flower buds by a correlation model using the average temperature of different day intervals and its application to the estimation of chill and heat requirements and blooming date. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 130(3): 308-318.
- Alonso, J.M.; Espiau, M.T.; Ansón, J.M. y Socias i Company, R. (2005b). Las necesidades en frío y en calor y su relación con la fecha de floración en el almendro. *Surcos de Aragón* 95: 30-33.
- Benmoussa, H.; Ghrab, M.; Ben Mimoun, M. y Luedeling, E. (2017). Chilling and heat requirements for local and foreign almond (*Prunus dulcis* Mill.) cultivars in a warm Mediterranean location based on 30 years of phenology records. *Agr. For. Meteorol.* 239:34-46.
- Castro, V.L.; Borghi, C.E. y Alday-Poblete, S.E. (2020). *Evaluación de los cultivares de almendro (Prunus amygdalus Batsch) autofértiles Guara y Marinada bajo un sistema de producción moderno en el departamento de Pocito, San Juan*. XVIII Reunión Argentina y IX Latinoamericana de Agrometeorología, Paraná. En: Irigoyen, A. I.; Aguirre, C. A.; Penalba, O. C. y Kemerer, A. C. Editores. Pp. 43-44.
- Castro, V.L. y Chaar, J.E. (2021). *Análisis de variables productivas de almendro (Prunus amygdalus Batsch) cv. Guara y cv. Marinada*. 41° Congreso Argentino de Horticultura, La Plata. En: Gonnet, M. B. y Garbi, M. Editores. 182 p.
- Chaar, J. y Astorga, D. (2012). Determinación del requerimiento de frío y de calor en duraznero [*Prunus persica* (L.) Batsch.] mediante un modelo de correlación. *RIA* 38(3):289-298.
- Chaar, J.E. (2013). Resistencia a heladas en plantas frutales. *AIA* 17(3): 109-121.
- Couvillon, G. y Erez, A. (1985). Influence of prolonged exposure to chilling temperatures on bud break and heat requirement for bloom of several fruit species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(1): 47-50.
- Dennis, F.G. (2003). Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. *HortSci.* 38(3): 347-350.

- Dicenta, F.; Sánchez-Pérez, R.; Rubio, M.; Egea, J.; Batlle, I.; Miarnau, X.; Palasciano, M.; Lipari, E.; Confolent, C.; Martínez-Gómez, P. y Duval, H. (2015). The origin of the self-compatible almond 'Guara'. *Scientia Horticulturae*. 197: 1-4.
- El Yaacoubi, A.; Oukabli, A.; Legave, J.M.; Ainane, T.; Mouhajir, A.; Zouhair, R. y Hafidi, M. (2019). Response of almond flowering and dormancy to Mediterranean temperature conditions in the context of adaptation to climate variations. *Sci. Hort.* 257: 108687. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108687> (Consultada el 14 de abril de 2022).
- Erez, A. y Fishman, S. (1998). *The dynamic model for chilling evaluation in peach buds*. IV International Peach Symposium, Bordeaux. En: Monet, R. Editor. Pp. 507-510.
- Erez, A.; Fishman, S.; Linsley-Noakes, G.C. y Allan, P. (1990). *The dynamic model for rest completion in peach buds*. II International Symposium on Computer Modelling in Fruit Research and Orchard Management, Utah. En: LaMar-Anderson J. Editor. Pp. 165-174.
- Felipe, A.J. (2000). *El almendro: el material vegetal*. Editorial Integrum. España. 118p.
- Gaeta, L.; Stellacci, A.M. y Losciale, P. (2018). Evaluation of three modelling approaches for almond blooming in Mediterranean climate conditions. *Eur. J. Agron.* 97: 1-10.
- Keleta, B.T.; Szalay, L. y Békefi, Z. (2020). Chilling and Heat Requirement of Almond Genetic Resources. *SZI. Meet. Young Res.*: 218-226.
- InfoStat. (2006). *InfoStat*. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Lang, G.; Early, J.; Martin, G. y Darrell, R. (1987). Endo, para, and ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. *HortSci.* 22: 371-377.
- Martínez-Gómez, P.; Prudencio, A.S.; Gradziel, T.M. y Dicenta, F. (2017). The delay of flowering time in almond: a review of the combined effect of adaptation, mutation and breeding. *Euphytica* 213(8): 1-10.
- Muncharaz-Pou, M. (2017). *El almendro. Manual técnico*. Editorial Mundi-Prensa Libros. España. 438p.
- Parker, L.E. y Abatzoglou, J.T. (2018). Shifts in the thermal niche of almond under climate change. *Clim. Change* 147:211-224.
- Pérez, F.J.; Ormeño, J.; Reynaert, B. y Rubio, S. (2008). Use of the dynamic model for the assessment of Winter chilling in a temperate and a subtropical climatic zone of Chile. *Ch. J. Agr. Res.* 68:198-206.
- Prudencio, A.S.; Martínez-Gómez, P. y Dicenta, F. (2018). Evaluation of breaking dormancy, flowering and productivity of extra-late and ultra-late flowering almond cultivars during cold and warm seasons in South-East of Spain. *Sci. Hort.* 235: 39-46.
- Prudencio, A.S.; Díaz-Vivancos, P.; Dicenta, F.; Hernández, J.A. y Martínez-Gómez, P. (2019). Monitoring the transition from endodormancy to ecodormancy in almond through the analysis and expression of a specific class III peroxidase gene. *Tree Genet. Genom.* 15(3): 1-11.
- Ramírez, L.; Sagredo, K.X. y Reginato, G.H. (2010). *Prediction models for chilling and heat requirements to estimate full bloom of almond cultivars in the Central Valley of Chile*. VIII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics, Florianopolis. En: Herter, F. G.; Leite, G. B. y Raseira, M. C. B. Editores. Pp. 107-112.
- Richardson, E.A.; Seeley, S.D. y Walker, D.R. (1974). A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortSci.* 9: 331-332.
- Rodríguez, A.; Pérez-López, D.; Centeno, A. y Ruiz-Ramosa, M. (2021). Viability of temperate fruit tree varieties in Spain under climate change according to chilling accumulation. *Agric. Syst.* 186: 102961. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102961> (Consultada el 14 de abril de 2022).
- Statistics Solutions. (2021). *Table of critical values: Pearson correlation*. <https://www.statisticssolutions.com/table-of-critical-values-pearson-correlation/> (Consultada el 11 de marzo de 2021).
- Weinberger, J.H. (1950). Chilling requirements of peach varieties. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 56: 122-128.

Recepción: 10 de marzo de 2022

Arbitraje: 28 de junio de 2022

Dictamen: 22 de julio 2022

Aceptado: 27 de julio 2022