

## POTENCIALIDAD AGROCLIMÁTICA DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALMENDROS (*Prunus amygdalus* BATSCH) DE FLORACIÓN TARDÍA.

Autor: Esp. Gisela Rosane <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa  
Correo e-: [giselarosane@agro.unlpan.edu.ar](mailto:giselarosane@agro.unlpan.edu.ar)

### INTRODUCCION

La fruticultura constituye actualmente una actividad muy importante dentro de la producción agrícola de la República Argentina.

Nuestro país es uno de los principales productores de alimentos a nivel mundial, se ubica entre los 20 primeros con una producción de más de 50 alimentos distintos sin contar los industrializados (FAO, 2018). Sin embargo, la producción de almendra, no alcanza a satisfacer la demanda interna. Es por esta razón que se importa grandes volúmenes para satisfacer nuestro consumo (Moreno 2019).

El almendro integra un grupo de frutales que no son tradicionalmente cultivados en nuestro país, aunque tiene una enorme potencialidad por su comportamiento agronómico, muy buena rentabilidad y posibilidades de expansión territorial de su área de producción

### Descripción morfológica de la planta

Podemos describir al almendro como un árbol de hoja caduca, de crecimiento rápido que en condiciones óptimas puede alcanzar un gran tamaño. Puede ser productivo durante 50 años (Kester et al., 1996).

Su ciclo vegetativo dura entre 220-240 días pasando por distintos estadios fenológicos según Baggiolini (1952) (*Figura 3*). Posee un tronco corto de corteza es lisa en su juventud, primero verdosa y luego marrón grisáceo, rugosa y agrietada; hojas del tipo lanceoladas, limbo dentado y brillante en el haz, distribuidas de forma alterna; sistema radical es pivotante en su inicio, pero muy ramificada y expandida posteriormente y con alta capacidad de exploración del suelo, de manera que, el volumen de suelo utilizado por el sistema radical en almendros adultos es entre 5 y 8 veces el volumen de la copa del árbol (Melgarejo y Salazar, 2002).

En cuanto a su biología floral, es hermafrodita, con flores vistosas y muy numerosas; la flor está compuesta por un cáliz de 5 sépalos verdes, corola formada por pétalos ovals variable en tamaño y color, el cual va del blanco al rosado; es autoincompatible y requiere de polinización cruzada (Kester *et al.*, 1991; Salazar y Melgarejo, 2002; Muncharaz, 2004; Vargas, 2005). El fruto es una drupa con mesocarpio carnoso de color verde, dehiscente en la madurez, el interior se encuentra un grano (en ocasiones dos) rodeado por un fino tegumentoso. Los frutos se mantienen en el árbol después de la madurez desprendiéndose al golpear las ramas o vibrar los troncos.

### Requerimientos climáticos

Es una especie rústica, que puede desarrollarse en climas muy variados. Las temperaturas óptimas de crecimiento rondan entre los 20-25°C, las mínimas de crecimiento se encuentran entre los 7 y 10 °C y la máxima en los 40°C. Se adapta bien a condiciones climáticas de alta radiación solar, extrema sequía ambiental y altas temperaturas, similares a las de nuestra

región, siendo las heladas primaverales el factor de mayor riesgo de pérdida de producción (Iannamico, 2015).

### Requerimientos edáficos del cultivo

Es una especie poco exigente en fertilidad, el pH adecuado se encuentra en un rango entre 5 y 8,5, prefiere suelos sueltos y profundos (más de 1 metro). Desarrolla bien en suelos calcáreos no afectándolo la clorosis férrica dado que es la especie que mejor la tolera.

### Marco teórico del trabajo

Como especie de hojas caducas, manifiestan un periodo de reposo y uno de actividad vegetativa; ambas etapas condicionadas por la temperatura del aire y requieren sincronización fenológica con las condiciones ambientales, como un mecanismo de resistencia o tolerancia al congelamiento, para lograr su máximo rendimiento (Charrier et al., 2011).

El período de letargo o dormición invernal en la zona bajo estudio, comienza entre fines de abril y principios de mayo y continua hasta que se logren acumular, primero las horas frío necesarias para ruptura de dormancia y luego, a fines del invierno, principios de primavera, el calor necesario para brotación y floración.

Esta especie, en general, requiere baja acumulación de frío invernal; variando en un rango de 100 a 400 unidades de frío (CU) (Richardson et al., 1974), siendo las de floración tardía las que presentan mayores exigencias; por lo que es un frutal de floración muy temprana, entre agosto y septiembre en nuestra zona bajo estudio.

Para salir del reposo invernal se necesita, además, un período de acumulación de calor posterior al cumplimiento del requerimiento de frío, variable según el cultivar considerado (Egea et al, 2003). El rango de requerimientos de calor entre los cultivares de esta especie es más amplio que el de necesidades de frío, va de 5.500 a 9.300 GDH (Grados de Crecimiento Horario).

El objetivo general de este estudio fue evaluar la potencialidad agroclimática del centro-este y sureste de la provincia de La Pampa para la producción de almendros de floración tardía mediante la determinación de la fecha promedio de ruptura de endodormición hasta ecodormición y plena floración ( $F^{50}$ ) y el Índice de Peligrosidad de Heladas del área de estudio para los cultivares 'Guara', 'Felisia' y 'Mardía'.

### Clima de la provincia de La Pampa

El área en estudio comprende el centro-este y sureste de la provincia (*Figura 1*). Posee clima templado, que varía desde subhúmedo-seco a semiárido con estaciones bien marcadas.

El período medio libre de heladas es de 219 días, extendiéndose desde el 8 de mayo hasta el 26 de septiembre, con una variabilidad de +/- 21 días (Vergara y Casagrande, 2002).

### Datos Meteorológicos

Se contó con series de datos diarios del período 1961-2017 de la estación meteorológica convencional de la EEA INTA Anguil, ubicada en la localidad de Anguil y de datos mensuales del período 1973-2016 de la estación meteorológica de la Facultad de Agronomía, ubicada en la

localidad de Santa Rosa. Se dispuso también, de una serie de 13 años de datos horarios de temperatura del aire (período que va del año 2005 al 2018).

### Registros Fenológicos

Se contó con datos de observación de condiciones fenológicas reales de 6 años de producción (2013-2018) para las variedades, 'Guara' y 'Felisia', de una plantación ubicada en la localidad de Guatraché, distante a 174,3 km de la estación meteorológica de Santa Rosa (Figura 2).

### Determinación de Requerimientos de Frío/Calor para Floración

Las necesidades térmicas en los frutales son difíciles de estimar (Dennis, 2003). Para su determinación, además de los datos climáticos se necesitan, al menos, tres fechas cronológicas: el inicio de la acumulación de frío, el final del reposo (ruptura de dormancia) y la plena floración ( $F^{50}$ ).

Se trabajó sobre las necesidades de frío y requerimientos de calor para los tres cultivares determinados por Alonso et al (2005) (Tabla 1). Por esta metodología se determinó una fecha teórica de ruptura de endodormición. Para la determinación de las necesidades de frío a ruptura de dormición la metodología expuesta emplea el Modelo de Utah o Unidades de Frío de Richardson et al. (1974).

Utilizando la metodología descrita y las temperaturas horarias reales medidas en el área de estudio fue posible calcular la fecha teórica de ocurrencia de plena floración ( $F^{50}$ ). Mediante análisis de regresión se comparó dicha fecha de  $F^{50}$  teórico, con las fechas de observaciones fenológicas de  $F^{50}$  a campo para los cultivares 'Guara' y 'Felisia' durante los seis años disponibles (2013-2018).

### Probabilidad de Daños por Heladas Tardías

Se determinó utilizando el Índice de Peligrosidad de Heladas (IPH) siguiendo la metodología de Pascale et al. (1997) con la fecha promedio de plena floración ( $F^{50}$ ) de la serie de 6 años en el área de estudio. Teniendo en cuenta que los niveles críticos de temperatura disminuyen a medida que se van cumpliendo los distintos momentos fenológicos, a través de los cuales se desarrollan los procesos de floración y fructificación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El centro-este y sureste de la región semiárida pampeana se caracteriza por condiciones climáticas muy frías hasta fines del mes de agosto. Por lo tanto, los requisitos de frío son satisfechos muy temprano, entre el mes de junio y la primera semana de julio, mientras que las necesidades de calor son satisfechas lentamente, cumpliéndose de acuerdo a la variedad hacia fines del mes de agosto y la primera quincena de septiembre.

Mediante análisis de regresión se compararon las fechas de plena floración teóricas, con las fechas de observaciones fenológicas a campo para los cultivares 'Guara' y 'Felisia' durante los seis años disponibles (2013-2018).

Los resultados del análisis de regresión entre la fecha  $F^{50}$  teórica obtenida y la fecha de  $F^{50}$  observada a campo durante 2013-2018, para las variedades 'Guara' y 'Felisia' dieron un valor  $R^2$  de 0,78 y 0,82 respectivamente. Estos valores nos indican que el modelo se ajusta a las condiciones locales a campo.

La fecha de la plena floración ( $F^{50}$ ) se fija por su observación en el campo. Sin embargo, es complicado determinar la fecha del final de la endodormición, hasta la cual se debe realizar el cálculo de las necesidades en frío y a partir de la cual comienza la ecodormición y la consecuente acumulación de calor. Además, las necesidades en frío y en calor son requisitos interdependientes por lo que, si la acumulación anual de frío es baja, la planta aumenta sus requisitos en calor durante ese año y viceversa (Couvillon y Erez, 1985).

El modelo de Alonso, a partir de los coeficientes de correlación de Pearson, posibilita realizar pronósticos fenológicos de floración. Estos, junto a los datos meteorológicos, se utilizaron para confeccionar el índice agroclimático de peligrosidad de heladas.

En la Figura 4 se presentan los cómputos del índice de Peligrosidad de Heladas tardías (IPH) en almendro para las variedades estudiadas y para las etapas fenológicas de “yemas cerradas mostrando el color de los pétalos”; “floración” y “pequeños frutos verdes” con umbrales críticos de  $-4,4^{\circ}\text{C}$ ,  $-3,3^{\circ}\text{C}$  y  $-1,1^{\circ}\text{C}$  y duraciones promedio de 7, 20 y 20 días respectivamente.

## CONCLUSIONES

El conocimiento de los requisitos de frío y calor de cualquier genotipo es esencial en la elección de los cultivares a plantar en una región en relación con sus condiciones climáticas, especialmente para evitar los daños por heladas primaverales.

El método de Alonso (2005) para determinar la fecha teórica de ocurrencia de plena floración ( $F^{50}$ ) se ajusta muy bien. Este, nos permite disponer de información concreta sobre los requerimientos de frío y de calor de cada variedad y al relacionarlo con la temperatura del aire del sitio de estudio nos da una rápida zonificación agroclimática del área para la producción de almendras.

Los IPH indican una alta probabilidad de incidencia de heladas tardías durante la brotación, floración y fructificación.

‘Guara’ y ‘Felisia’ presentan una alta probabilidad de sufrir daños por heladas primaverales, mientras que la selección ‘Mardía’, más tardía en la ocurrencia de sus períodos críticos presenta riesgo decreciente, pero aún significativo de daño, lo cual la hace una variedad promisoría en cuanto a adaptación a las condiciones locales.

Esta condición, desde la perspectiva agroclimática torna considerablemente riesgosa la producción de almendras en la región semiárida pampeana, en consecuencia, para lograr una estabilidad de rendimiento en el tiempo y una producción económicamente rentable es necesario planificar previendo la incorporación de mecanismos de lucha activa contra heladas en los períodos críticos.

## BIBLIOGRAFIA

Alonso, J. M.; J.M. Anson, M.T. Espiau y R. Socias y Company, (2005). 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. Hortic. Sci.* 130 (3), pp. 308–318.

- Baggiolini, M., (1952). Les stades repérés dans le développement annuel de la vigne. Revue Romande d'Agriculture et d'Arboriculture 8, pp. 4–6.
- Charrier, G.; M. Bonhomme, A. Lacoite y T. Améglio, (2011). Are budburst dates, dormancy and cold acclimation in walnut trees (*Juglans regia* L.) under mainly genotypic or environmental control. *Int J Biometeorol* 55 (6), pp. 763–774 <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0470-1>. PubMed.
- Couvillon, G.A. y A. Erez, (1985). Influence of prolonged exposure to chilling temperatures on bud break and heat requirement for bloom of several fruit species. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110, pp. 47–50.
- Dennis Jr., F.G., (2003). Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. *Hort. Sci.* 38, pp. 347–350.
- FAOSTAT. (2018). Base de datos de cultivos para América Latina. <http://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Iannamico, L. (2015). El Cultivo del Almendro (INTA Ediciones).
- Kester, D.E.; T.M. Gradziel y C. Grasselly, 1990. Almonds (*Prunus*). *Acta Hort.* 290, pp. 699–758.
- Méndez, M., Vergara, G., Casagrande, G., & Bongianino, S. (2021). Clasificación climática de la región agrícola de la provincia de La Pampa, Argentina. *Semiárida*, 31(2), 9-20.
- Moreno, P. (2019). Cadena de la Almendra – Resumen [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/Resumen%20Cadena\\_2019\\_ALME\\_NDRA.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/Resumen%20Cadena_2019_ALME_NDRA.pdf)
- Muncharaz Pou, M. (2004). El almendro: manual técnico. ISBN: 84-8476 212-2; México Mundi-Prensa p. 14.
- Pascale, A.J.; E.A. Damario y C.A. Bustos, 1997. Índice de peligrosidad de heladas primaverales en frutales según fecha de floración. *Rev. Fac. Agron.* 17 (1), pp. 25–30.
- Richardson E.A.; S.D. Seeley, D.R. Walker, J.L. Anderson y G.L. Ashcroft, (1974). A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience* 9: pp. 331-332.
- Richardson E.A.; S.D. Seeley, D.R. Walker, J.L. Anderson y G.L. Ashcroft, (1975). Phenoclimatology of spring peach bud development. In: *HortScience*, 10, pp. 236-237.
- Vergara, G.T y G.A. Casagrande, (2012). Estadísticas agroclimáticas de la Facultad de Agronomía 1977-2011. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

## FIGURAS Y TABLAS

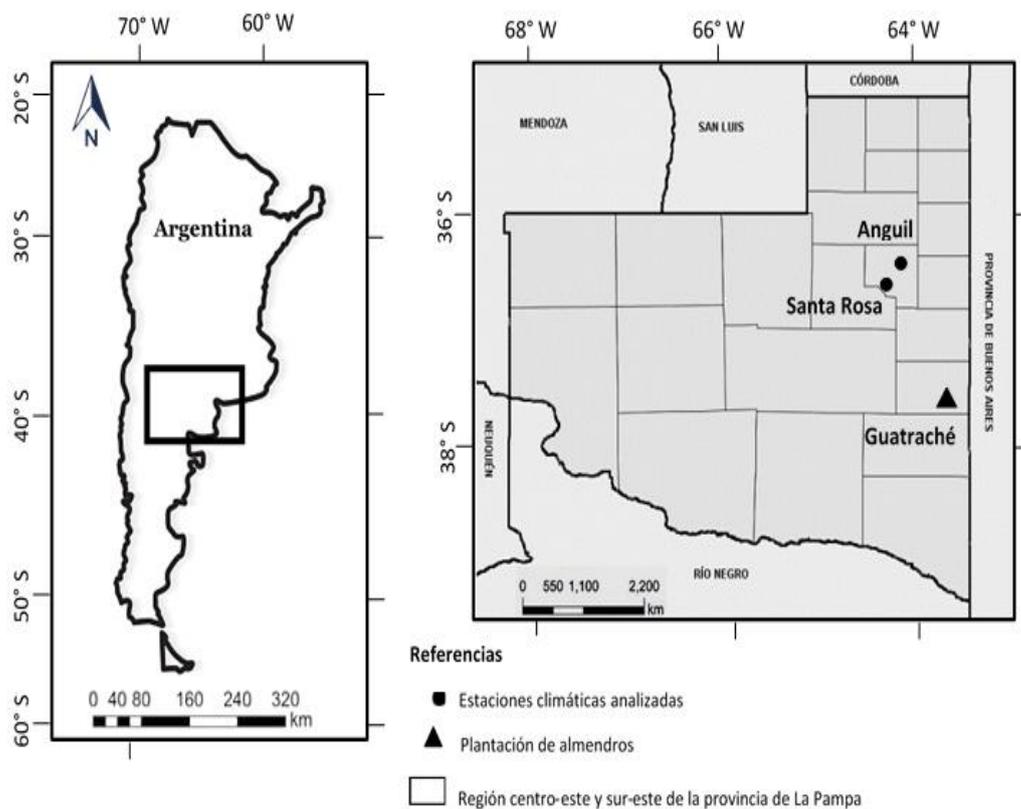


Figura 1. Ubicación de la región centro-este y sureste de la provincia de La Pampa y de los sitios analizados.



Figura 2. Plantación de almendro cultivar 'Guara'. Productor Alberto Rost.

Tabla 1. Requerimientos de frío y calor para los cultivares estudiados

Cultivar	Requerimientos de Frío	Requerimientos de Calor
	CU <sup>1</sup>	GDH <sup>2</sup>
Guara	340	8159
Felisia	329	9465
Mardía	503	10233

<sup>1</sup>Unidades de Frío (Chilling Units)

<sup>2</sup>Grados de crecimiento horario (Growing degree hours in Celsius degrees)

**ESTADOS FENOLÓGICOS Y TEMPERATURAS CRÍTICAS DE DAÑO EN ALMENDRO**



**Estado A.** Yema de invierno

**Estado B.** Yema hinchada

**Estado C.** Cáliz visible

**Estado D.** Corola visible

**Estado E.** Estambres



**Estado F.** Flor abierta.

**Estado G.** Caída de pétalos.

**Estado H.** Fruto cuajado.

**Estado I.** Fruto tierno.

**Figura 3.** Estados fenológicos tipo de la evolución de las yemas fructíferas según Baggiolini (1952).

Fuente: Imágenes extraídas de

<http://www.fruticultura.udl.es/Fruticultura/organografiaFenologiaFruiters/ametller.h>

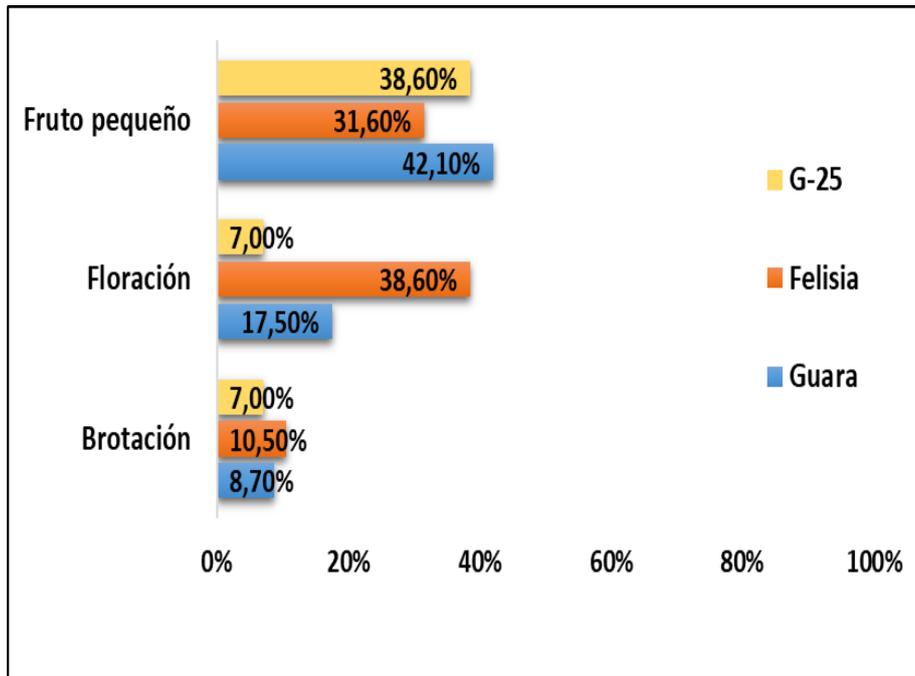


Fig. 4 Representación gráfica de la comparación de IPH para las variedades “Guara”, “Felisia” y “Mardia” y sus estadios fenológicos.