

**FENOLOGÍA DE LA FLORACIÓN DE *ULMUS PUMILA* L. (ULMACEAE)  
EN LA CIUDAD DE BAHÍA BLANCA (ARGENTINA)****FLOWERING PHENOLOGY OF *ULMUS PUMILA* (ULMACEAE)  
IN BAHÍA BLANCA CITY (ARGENTINA)****L. Saveanu<sup>1,2</sup> y M.G. Murray<sup>1,3</sup>**<sup>1</sup>*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.*<sup>2</sup>*Lab. de Ecología, Depto. de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur.*<sup>3</sup>*Laboratorio de Plantas Vasculares, Depto. de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, Argentina. Correo electrónico: lsaveanu@conicet.gov.ar***RESUMEN**

La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos que ocurren en los seres vivos y sus relaciones con condiciones ambientales como luz, temperatura, humedad, etc. Los objetivos de este trabajo fueron describir las fases fenológicas durante la floración de *Ulmus pumila* L. para la ciudad de Bahía Blanca y relacionar la floración con datos meteorológicos de temperaturas mínimas y máximas. Durante dos periodos de floración (julio a septiembre, de 2007 y de 2008) se realizaron observaciones fenológicas semanales de ejemplares de *U. pumila* presentes en el arbolado urbano de la ciudad. La floración se observó en los meses de julio y agosto, registrándose la máxima floración el 23 y el 7 de agosto de 2007 y 2008, respectivamente. Durante la floración del año 2007 la cantidad de flores registradas y la duración de la fase de floración fueron superiores a lo ocurrido en 2008. Estos resultados ayudan a conocer la dinámica de floración de *U. pumila* en la ciudad de Bahía Blanca, y a largo plazo contribuirá a la interpretación de los cambios climáticos de la región y a una mejor prevención de las alergias.

**Palabras clave:** flora urbana, floración, olmos, temperatura.

**ABSTRACT**

Phenology is the study of predictably occurring biological events and their relationship to environmental conditions as light, temperature, humidity, etc. The aims of this study were to describe flowering phenological phases of *Ulmus pumila* L. in Bahía Blanca city and relate flowering stage with weather data of minimum and maximum temperatures. During two flowering seasons (July to September, 2007 and 2008) phenological observations were carried out weekly in *U. pumila* plants present in the urban flora. Flowering stage was recorded in July and August, recording the highest flowering on 23 and 7 of August in 2007 and 2008, respectively. During 2007 flowering season, the number of flowers recorded and the open flowering stage duration were higher than 2008. These results help to understand the dynamics of flowering *U. pumila* in the city of Bahía Blanca; in the long term they will contribute to the understanding of climate change in the region and improve prevention of allergies.

**Key words:** elms, flowering, temperature, urban flora.

## INTRODUCCIÓN

La fenología se describe como el arte de la observación de las fases del ciclo de vida o eventos de plantas y animales en su ocurrencia temporal a lo largo del año (Lieth, 1974). Las manifestaciones visibles de la actividad funcional, tales como la aparición, transformación y desaparición de los diversos órganos en los vegetales, expresan las reacciones orgánicas ante el estímulo de las variaciones meteorológicas en el ambiente (Ledesma, 1953). La fenología sintetiza las acciones de diversos elementos del clima sobre el comportamiento de las plantas (Elías Castillo y Castellví Sentís, 1996) por lo tanto, es muy utilizada como herramienta en agrometeorología (De Azkues, 2008; García-Mozo, 2011), aerobiología, disciplina que se ocupa del estudio de los organismos vivos aerotransportados como esporas de hongos, polen, etc. (Sánchez y Latorre, 2011; Fernández-González *et al.*, 2013), y más recientemente en estudios del cambio climático global (Van Vliet *et al.*, 2003; Gordo y Sanz, 2010).

En las últimas décadas, los estudios fenológicos en ambientes urbanos han tenido un importante incremento debido a la alta sensibilidad que las plantas manifiestan frente a distintas variables ambientales. Diversos estudios mencionan un adelanto en el inicio de la floración en ambientes urbanos, en relación a lo que ocurre en el campo, siendo el factor causal más importante el incremento de temperatura que normalmente existe en las ciudades, las cuales son muchas veces llamadas islas de calor (Zhang *et al.*, 2004; Neil y Wu, 2006).

Los cambios en la fenología de plantas que producen polen alergénico podrían tener importantes consecuencias en la salud humana, por lo que el conocimiento y seguimiento de la fenología de la floración provee información útil para el manejo y control de las alergias. El efecto del calentamiento global en la fenología y la aerobiología de la vegetación de un lugar es un tema importante a tener en cuenta en estudios de cambio climático y de salud humana (Scwartz, 1999; Staffolani y Hruska, 2008).

Los parámetros meteorológicos, en especial la temperatura, ejercen un importante efecto sobre el desarrollo y la floración de las plantas. Las altas temperaturas aceleran el proceso de maduración de las flores, y podrían provocar un anticipo en el inicio de la floración de la especie (Frei y Gassner, 2008).

En Argentina, se han realizado estudios fenológicos aplicados a cultivos (Papadakis, 1954; De Fina y Ravelo, 1979) y más recientemente, aplicados al estudio de la dispersión de granos de polen en la atmósfera (Latorre, 1999; Latorre *et al.*, 2001; Sánchez y Latorre, 2011). Sin embargo, en Bahía Blanca, sólo se han encontrado calendarios de floración y censos florísticos de las especies vegetales más representativas de la ciudad (Lamberto, 1978; Ares *et al.*, 1989; Aramayo *et al.*, 1993).

En la ciudad de Bahía Blanca el arbolado se encuentra principalmente representado por ejemplares de *Fraxinus pennsylvanica* L., *Cupressus sempervirens* L., *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Populus alba* L., *Acer negundo* L., *Olea europaea* L., *Pinus halepensis* Mill., *Ulmus pumila* L., entre otros (Lamberto, 1978). *Ulmus pumila* es

una de las especies de olmo más abundante en el arbolado urbano (Lamberto, 1978; Ares *et al.*, 1989). Dentro de la familia Ulmaceae existen otras especies como *Ulmus americana* L., *U. carpinifolia* 'Umbraculifera' Gled. y *U. glabra* 'Pendula' Huds., pero todas con escasa representación en la ciudad de Bahía Blanca (Saveanu y Murray, 2009), motivo por el cual no han sido consideradas para este estudio. El interés particular de *Ulmus pumila* radica en que representa una de las mayores fuentes de aporte polínico a la atmósfera, ocupando el octavo lugar dentro de las más abundantes después de las Cupressaceae, Fraxinus, Myrtaceae, Poaceae, Chenopodiaceae, Pinus y Urticaceae (Murray *et al.*, 2002; 2010). Además, según estudios de sensibilidad realizados en la población atópica de Bahía Blanca, *Ulmus* provoca una reacción alérgica moderada que es importante tener en cuenta en los análisis alergológicos (Ramón *et al.*, 1995).

*Ulmus pumila* L. (olmo siberiano) es una especie originaria de Turkestán, en el este de Siberia, India y Corea, ampliamente cultivada en la región templada de Argentina. Son árboles que pueden llegar a medir entre 12 y 15 m de altura, sin presentar una copa de forma definida, con ramas muy delgadas dispuestas aleatoriamente. Las hojas son pequeñas (3-5 cm), poco asimétricas en su base y en general, simplemente aserradas. Las flores son precoces (aparecen antes de la foliación) y se agrupan en inflorescencias cimosas, en número que varía entre tres y 30 inflorescencias por rama. Las flores son apétalas, con cáliz acampanado, gamosépalo; los estambres están insertos en la parte inferior del tubo calicino y cuando la flor abre, se observan los estambres maduros exertos con respecto al tubo. Los frutos son sámaras redondeadas de 1 a 1.5 cm de

largo, presentando la semilla levemente por debajo del centro (Parodi, 1977; obs. pers.).

Dada la importancia de los estudios fenológicos para comprender la dinámica de dispersión de los granos de polen transportados en el aire, y ante la escasez de estudios fenológicos en la ciudad de Bahía Blanca, este trabajo pretende describir las distintas fases fenológicas de la floración de *Ulmus pumila* para la ciudad de Bahía Blanca y relacionar la floración con las temperaturas mínimas y máximas.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

La ciudad de Bahía Blanca (38°44' S; 62°16' O) se sitúa en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina), colindando con el océano Atlántico y posee una extensión aproximada de 64 km<sup>2</sup>. El área de estudio comprendió una circunferencia de 2 km de radio (fig. 1), la cual posee una buena representación de las especies de árboles que componen la flora urbana. En la zona urbana, al igual que ocurre en otros centros urbanos del mundo, la mayoría de ellos son de origen exótico (Pauchard *et al.*, 2006).

El clima en la ciudad de Bahía Blanca presenta una marcada estacionalidad térmica. Según los datos del Servicio Meteorológico Nacional para la década 1991-2000, la temperatura media anual fue de 15.4°C, siendo enero el mes más caluroso con una temperatura promedio de 23.3°C y el mes más frío julio con un promedio de 7.6°C. Los vientos predominantes fueron del N-NO, con una velocidad promedio anual de 23 km/h. La precipitación anual promedio

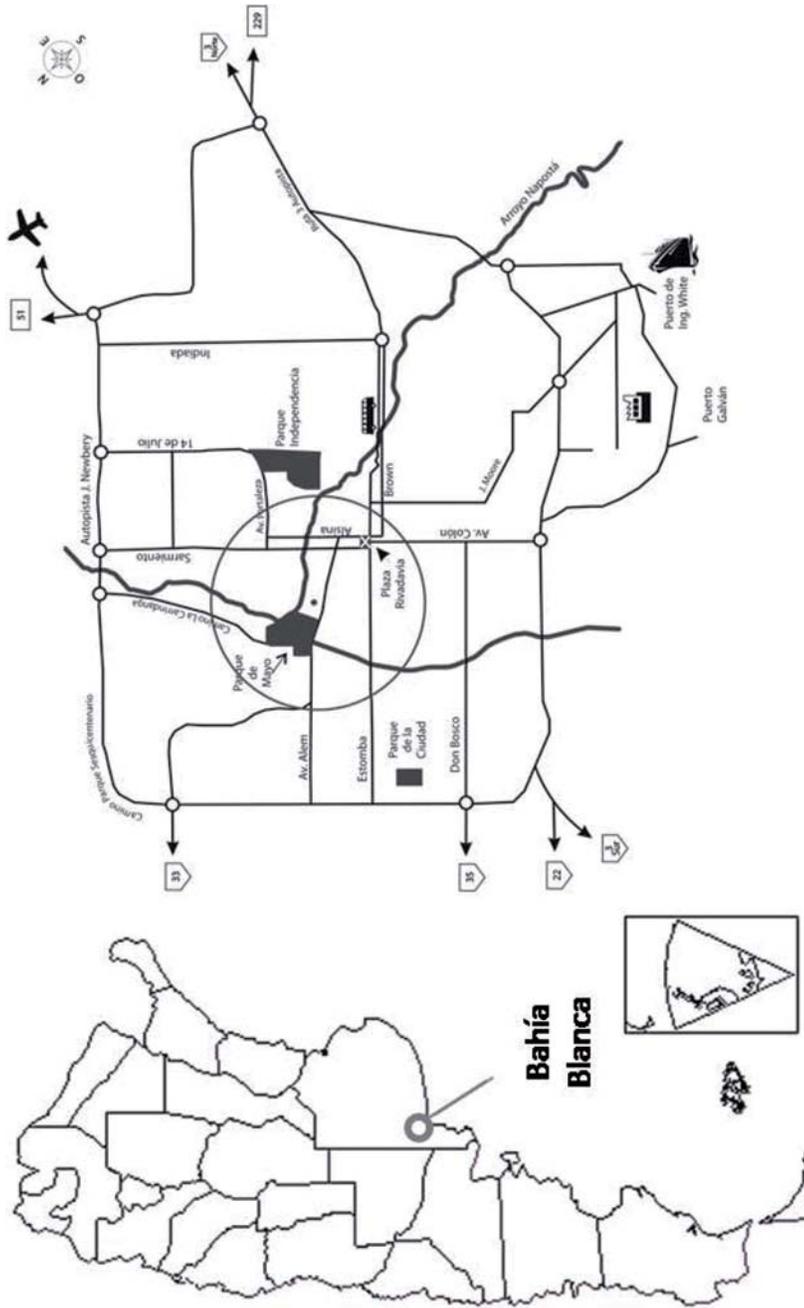


Fig. 1. Mapa de la República Argentina y plano de la ciudad de Bahía Blanca. La circunferencia sobre el plano representa el área de estudio.

fue de 684.9 mm, predominando en los meses estivales y siendo muy escasas durante julio y agosto. La humedad relativa promedio fue del 66%.

### **Selección de los ejemplares y metodología de las observaciones**

Las observaciones se realizaron semanalmente y se llevaron a cabo durante dos periodos de floración, de junio a septiembre de 2007 y de 2008.

En cada periodo de floración se observaron 10 ejemplares de *U. pumila* seleccionados al azar. Los ejemplares se determinaron a partir de material fresco, utilizándose para su identificación las claves de Bailey (1950) y Parodi (1977).

Considerando la definición de fase como la aparición, transformación o desaparición rápida de órganos, presentándose las mismas en intervalos muy breves, las fases fenológicas determinadas para *Ulmus pumila* fueron:

**Fase A**, fase de yema floral.

**Fase B**, fase de floración.

**B1**, inicio de la floración (de 1 al 25% de las flores del árbol abiertas)

**B2**, floración importante (mayor al 25 y menor o igual al 50%)

**B3**, máxima floración (mayor al 50%)

**B4**, declinación de la floración (menor al 50% de las flores abiertas, luego de B3)

**Fase C**, fase de fructificación.

Para el registro de las observaciones fenológicas se siguió la metodología planteada por Latorre y Bianchi (1998) con modificaciones. En cada día de observación se seleccionaron al azar 20 ramas terminales

del año por ejemplar, distribuidas en los distintos cuadrantes de la copa del árbol. Este muestreo, permite obtener datos de los cuatro puntos cardinales y reducir de esta manera los posibles efectos ambientales locales que podrían ocasionarse por ejemplo, por la cercanía de la planta a edificaciones, sectores de la copa con distinto grado de exposición a la luz y a los vientos predominantes, etc. En cada rama, se contabilizó el número de yemas florales (A), flores abiertas (B) y frutos (C).

Se diseñó un calendario fenológico que muestra claramente y de forma gráfica, cómo ocurren las fases a lo largo del tiempo (cuadro 1). El inicio de la fase fenológica B1 fue considerado cuando al menos una flor alcanzó esta fase, mientras que el inicio de la fase C se determinó cuando el porcentaje de flores en esa fase superó el 50%.

Para estudiar si existieron diferencias en la cantidad de flores en cada año, se comparó mediante un ANOVA simple, la cantidad total de flores registradas por semana en cada ejemplar observado.

Durante el momento de la máxima floración (B3) se compararon los valores máximos registrados en cada árbol y se analizaron las diferencias entre los años estudiados, por medio de un ANOVA simple.

Por otro lado, se registraron las fechas en las que se observaron flores abiertas (fase B), obteniéndose así una estimación de la duración de dicha fase en cada año, que fueron comparadas utilizando una prueba *t* de student.

El Servicio Meteorológico Nacional, proporcionó los valores diarios de temperaturas

Fecha	05-jul	12-jul	19-jul	26-jul	02-ago	10-ago	17-ago	23-ago	30-ago	06-sep
A- Ejemplares 2007										
Semana	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	A	A	A	A	B1	B2	B3	B3	B3	C
2	A	A	A	B1	B2	B3	B3	B3	B3	C
3	A	A	A	A	B1	B3	B3	B3	B4	C
4	A	A	A	A	A	B1	B2	B3	B4	C
5	A	A	A	A	B1	B1	B2	B3	B3	C
6	A	A	A	A	B3	B3	B3	B4	C	C
7	A	A	A	A	B1	B3	B3	B3	B4	C
8	A	A	A	A	A	B3	B3	B3	B4	C
9	A	A	A	A	B1	B3	B3	B3	C	C
10	-	A	A	A	B1	B3	B3	B3	B4	C

Fecha	03-jul	10-jul	17-jul	24-jul	31-jul	07-ago	14-ago	21-ago	28-ago	04-sep
B- Ejemplares 2008										
Semana	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	A	A	A	A	B3	B3	C	C	C	C
2	A	A	B1	B1	B1	B2	C	C	C	C
3	A	A	A	A	A	B1	B1	C	C	C
4	A	A	B1	B2	B3	B3	B3	B4	B4	C
5	A	A	A	A	A	B1	C	C	C	C
6	A	A	A	A	A	B3	B4	C	C	C
7	A	A	A	B1	B2	B3	B3	C	C	-
8	A	A	A	B1	B1	B3	B4	C	C	C
9	A	A	A	A	B1	B1	B3	C	C	C
10	A	A	B2	B2	B2	B3	B3	C	C	C

A	B1	B2	B3	B4	C
---	----	----	----	----	---

**Cuadro 1.** Calendario fenológico de *Ulmus pumila* en la ciudad de Bahía Blanca de los periodos reproductivos de 2007 (A) y 2008 (B). A, fase de yema floral; B1, inicio de la floración; B2, floración importante; B3, máxima floración; B4, declinación de la floración; C, fase de fructificación.

mínimas y máximas. Con estos datos meteorológicos se calculó el promedio de las temperaturas mínimas y máximas de los siete días previos a cada observación fenológica ( $T_{\min}^{\text{med-7d}}$  y  $T_{\max}^{\text{med-7d}}$ ). La presencia de diferencias en dichos promedios semanales entre los dos periodos reproductivos, desde la semana 27 a la 36, se estimó mediante una prueba *t* para cada una de las temperaturas. Mediante una prueba de correlación de Spearman se analizó la relación existente entre las variables meteorológicas ( $T_{\min}^{\text{med-7d}}$  y  $T_{\max}^{\text{med-7d}}$ ) y el promedio de flores abiertas (%), basada en los 10 ejemplares observados cada año.

Para ser analizadas, algunas variables tuvieron que ser transformadas tras resultar significativo el *test* de homogeneidad de varianzas (*test* de Levene,  $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS

Las observaciones de las fases fenológicas A, B1, B2, B3, B4 y C, mostraron características particulares para la especie *Ulmus pumila*.

La fase A (fase de yema floral, fig. 2A) se caracterizó por presentar yemas florales esféricas, de color castaño rojizo y de distinto tamaño a lo largo de la fase. Las yemas se registraron desde el mes de junio, mostrando un aumento de tamaño progresivo a lo largo del tiempo. En cada rama, desde el extremo proximal al distal, se observó una disminución gradual en el tamaño de las yemas. La cantidad de las mismas varió entre 3 y 30 por rama. Una o dos semanas antes de B1 se detectó un aumento considerable del tamaño de la yema floral. En un porcentaje muy bajo, algunas yemas florales no mostraron cambio de tamaño, ni desarrollo posterior en todo el periodo de observación, se interpretaron como yemas que, por algún motivo no estudiado en este trabajo, no conducen a la formación de flores. Estas yemas no parecieron presentar ningún patrón claro de distribución.

En la fase B (fase de floración, fig. 2B) las flores presentaron estambres con anteras maduras exertas y una visible liberación de polen, en todos los casos, se observó al menos una antera en anthesis.



**Fig. 2.** Fases de la floración de *Ulmus pumila*. A, yema floral; B, flores abiertas, con liberación de polen (polinación), la flecha indica una antera abierta; C, frutos (sámaras).

En la fase C (fase de fructificación, fig. 2C) ocurrió la formación del fruto, sámara de color verde claro.

En el año 2007 (cuadro 1A), el registro inicial de flores abiertas (B1) ocurrió el 26 de julio. Los porcentajes de flores abiertas se incrementaron los días 10, 17 y 23 de agosto, concentrándose en ese periodo la mayoría de los ejemplares en la fase B3. Los valores máximos de flores abiertas oscilaron entre 77.6 y 100%, con un promedio de 86.4% ( $\pm 7.5$ ). Para el 30 de agosto, dichos porcentajes fueron del 0 al 72.9%, detectándose la culminación de la fase (B4). La fase de fructificación (C) se comenzó a observar en algunos ejemplares a partir del 17 de agosto pero no representó niveles de importancia hasta el 30 de agosto y 6 de septiembre, dependiendo el ejemplar observado.

En la mayoría de los árboles observados durante el año 2008 (cuadro 1B), la plena floración (B3) se presentó entre el 31 de julio y el 14 de agosto. En tres de los diez árboles observados, la fase B ocurrió tan rápido que no pudo observarse su máximo (B3) en el lapso de una semana.

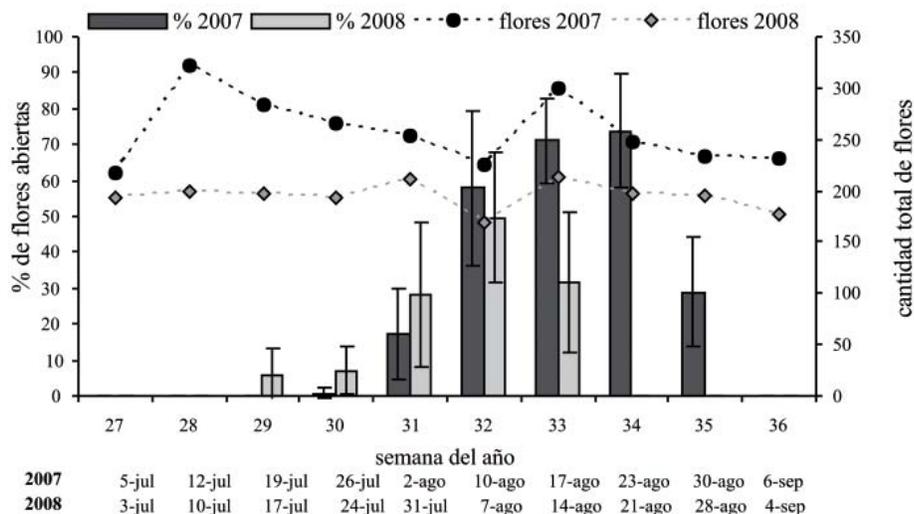
El promedio de los valores máximos de flores abiertas alcanzados en B3 fue 56.4% ( $\pm 28.5$ ). La fase de fructificación (C) comenzó a registrarse el 7 de agosto, sin embargo alcanzaron valores por encima del 50% desde el 14 y 21 de agosto.

En 2007, la cantidad total de flores observadas ( $258.1 \pm 69.6$ ) fue significativamente superior ( $F_{1,198} = 42.186$ ,  $p < 0.01$ ) a la de 2008 ( $194.4 \pm 69.1$ ; fig. 3). Los porcentajes máximos de flores abiertas alcanzados también resultaron significativamente superiores en 2007 con respecto a 2008 ( $F_{1,18} =$

11.108,  $p < 0.01$ ), detectándose los mismos en las semanas 34 y 32, en 2007 y 2008, respectivamente (fig. 3). Por otro lado, en la duración de la fase de floración, también se encontraron diferencias ( $t_{(18)} = 3.03$ ,  $p < 0.01$ ) presentando una duración media de 33 días en 2007 y de 22 días en 2008.

Al analizar las variables meteorológicas de cada año, se observó que el mes más frío en 2007 fue julio ( $6.1^\circ\text{C}$ ) con una temperatura media inferior al valor de la década 1991-2000 (temperatura media de julio  $7.6^\circ\text{C}$ ); mientras que en 2008 el mes más frío fue junio ( $8.4^\circ\text{C}$ ), con temperatura media más cercana al valor de la década anterior ( $8.5^\circ\text{C}$ ). La precipitación anual acumulada de 2007 (666 mm) representó valores similares a los de referencia (precipitación anual  $684.9$  mm), pero en 2008 (375.4 mm) fueron ampliamente inferiores. Esto nos permite pensar que el año 2008 fue más seco de lo normal y las temperaturas mínimas y medias de los meses de junio, julio y agosto fueron más elevadas que en el 2007 (tabla 1).

Dado que las observaciones fenológicas fueron semanales, se analizaron también de esta manera las variables de temperatura mínimas y máximas semanales. Las medias semanales de las temperaturas mínimas de cada periodo reproductivo,  $T_{\min}^{\text{med-7d}}$ , (fig. 4) resultaron significativamente distintas ( $t_{(18)} = -2.26$ ,  $p < 0.04$ ) siendo inferiores en 2007 ( $1.13^\circ\text{C} \pm 3.10$ ) respecto de 2008 ( $3.88^\circ\text{C} \pm 2.26$ ). Si bien las medias semanales de las temperaturas máximas,  $T_{\max}^{\text{med-7d}}$ , correspondientes al periodo reproductivo también fueron menores en 2007 ( $14.17^\circ\text{C} \pm 3.51$ ) respecto de 2008 ( $16.84^\circ\text{C} \pm 3.37$ ), no se hallaron diferencias significativas entre ellas ( $t_{(18)} = -1.73$ ,  $p > 0.10$ ).



**Fig. 3.** Flores abiertas (% , media ± IC 95%) y cantidad total de flores (media) semanales en la fase de floración (B) de *Ulmus pumila* de los periodos reproductivos de 2007 y 2008 en la ciudad de Bahía Blanca.

Las correlaciones entre los porcentajes semanales de flores abiertas y  $T_{min}^{med-7d}$  y  $T_{max}^{med-7d}$  del año 2007 (fig. 4A) no resultaron significativas (test de correlación de Spearman,  $n = 10$ ,  $p > 0.85$  y  $p > 0.90$ , respectivamente). En el año 2008 (fig. 4B), se observó una asociación significativa negativa tanto con  $T_{min}^{med-7d}$ , como con  $T_{max}^{med-7d}$  (test de correlación de Spearman,  $n = 10$ ,  $p < 0.02$ ,  $r = -0.73$ ;  $n = 10$ ,  $p < 0.03$ ,  $r = -0.69$ ).

### DISCUSIÓN

En la ciudad de Bahía Blanca, al igual que ha sido observado por otros autores en diferentes áreas urbanizadas para la misma especie, o para otras especies pertenecientes al

mismo género, la floración de *Ulmus pumila* ocurre durante el invierno (Alba y Díaz de la Guardia, 1998; Frenguelli y Bricchi, 1998; Latorre y Bianchi, 1998; Gonzalez Minero *et al.*, 1999; Lusardi *et al.*, 2001).

Dentro de lo que comúnmente se denomina floración existen distintas fases fenológicas, importantes a tener en cuenta al momento de utilizar los datos fenológicos como complemento para estudios de otras disciplinas, como los aerobiológicos, climatológicos, de producción frutícola, etc. Si bien no siempre la liberación de polen a la atmósfera (polinación) se produce en toda la fase de floración, en el caso de ésta especie, y basándonos en las observaciones realizadas, la fase B involucra el periodo

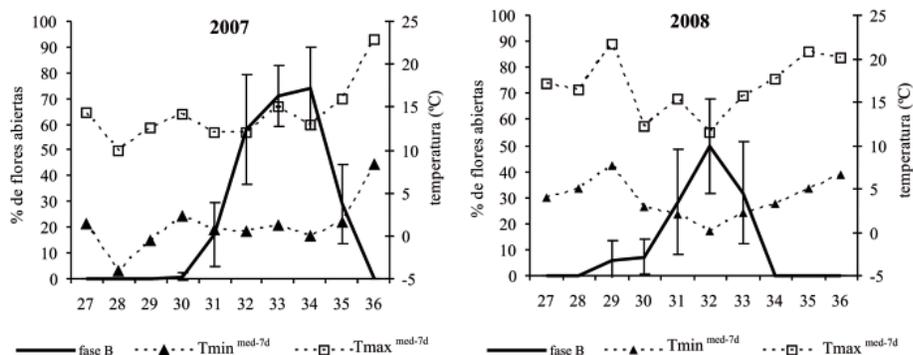
**Tabla 1.** Datos mensuales y anuales de temperatura (°C) mínima, máxima y media de los años 2007 y 2008 para la ciudad de Bahía Blanca.

Temperatura (°C)	2007			2008		
	mínima	máxima	media	mínima	máxima	media
enero	16.7	30.7	23.7	17.3	31.4	24.4
febrero	14.1	28.9	21.5	17.0	31.1	24.1
marzo	13.1	25.3	19.2	13.4	26.3	19.9
abril	9.2	22.8	16.0	7.9	23.9	15.9
mayo	3.5	14.7	9.1	5.8	18.4	12.1
junio	0.7	14.9	7.8	2.5	14.3	8.4
julio	-0.3	12.4	6.1	3.9	15.9	9.9
agosto	1.0	14.2	7.6	3.2	17.2	10.2
septiembre	7.8	19.1	13.5	5.5	19.4	12.5
octubre	9.9	22.8	16.4	8.4	23.4	15.9
noviembre	9.2	24.4	16.8	14.7	30.6	22.7
diciembre	13.9	30.7	22.3	15.4	30.6	23.0
<b>Promedio anual</b>	<b>8.2</b>	<b>21.7</b>	<b>15.0</b>	<b>9.6</b>	<b>23.5</b>	<b>16.6</b>

de tiempo en el cual la planta realiza la liberación de polen a la atmósfera. Murray *et al.* (2010) han observado que la estación polínica principal de *Ulmus* puede ocurrir desde el 19 de julio al 14 de septiembre, con su pico máximo de emisión entre el 10 y 21 de agosto. En particular, en los años 2007 y 2008, Murray y Saveanu (2011) indican un inicio de la estación polínica el 22 de julio y 5 de julio, respectivamente. El inicio de la fase de floración (B1) para la especie *U. pumila* se detectó en el primer árbol el 26 de julio en 2007, y el 17 de julio en 2008. Como puede observarse, la detección del polen en la atmósfera en 2008, se observó con una antelación de 12 días con respecto a la observación de la floración en las plantas

estudiadas, lo que podría deberse al aporte de fuentes polínicas provenientes de los alrededores de la ciudad (fuente extralocal). Estos resultados confirman la idea de que los datos fenológicos y aerobiológicos se complementan y refuerzan la información necesaria para la prevención de alergias respiratorias ocasionadas por el grano de polen del olmo siberiano.

Comparando ambos periodos reproductivos y focalizando en la fase de floración, se observa que el inicio promedio de dicha fase fue anterior en 2008 respecto de 2007 (fig. 3) y en este último año los porcentajes máximos de flores en fase B (86.4%) fueron superiores a los de 2008 (56.4%). Además,



**Fig. 4.** Flores abiertas (% , media  $\pm$  IC 95%) de *Ulmus pumila* y promedio de las temperaturas mínimas y máximas de los siete días previos a cada observación fenológica (Tmin<sup>med-7d</sup> y Tmax<sup>med-7d</sup>) de los periodos reproductivos de 2007 (A) y 2008 (B) en la ciudad de Bahía Blanca.

también resultó diferente el momento en que ocurrieron dichos máximos, detectándose en la semana 34 en el período 2007 y en la semana 32 en 2008.

Latorre y Bianchi (1998) observaron que la floración de *U. pumila* para la ciudad de Mar del Plata presentaba un pico el 10 de agosto, con porcentajes de floración cercanos al 80%. Nuestros datos del periodo reproductivo del año 2007 coinciden con lo observado por estos autores, pero los datos de 2008 fueron menores, presentando valores máximos de flores abiertas cercanos al 56%.

La duración de la floración, de aproximadamente un mes, detectada para *U. pumila* en la ciudad de Bahía Blanca en los años 2007 y 2008, es semejante a lo registrado por Latorre y Bianchi (1998) para la ciudad de Mar del Plata en el año 1990. Si bien nuestro

resultado parece diferir con lo citado por Lusardi *et al.* (2001) para esta especie en la ciudad de Rosario, no se pueden establecer conclusiones claras ya que se desconoce la metodología utilizada por estos autores.

Según Frenguelli *et al.* (1991), en climas templados, la mayoría de las plantas leñosas forman sus yemas florales a fines del verano o en el otoño, luego entran en dormancia durante el invierno y retoman el crecimiento en la siguiente primavera. Antes de comenzar su crecimiento en la primavera es necesario romper la dormancia. Esto se logra por medio de la acumulación de horas de frío y un umbral de temperatura, específico de cada especie.

Durante el periodo reproductivo de 2008 se observó que la floración comenzó antes que en 2007 (semana 29 y semana 30, respectivamente; fig. 3). Este adelanto podría

adjudicarse a la ocurrencia durante el mes de julio de 2008 de temperaturas mínimas diarias más altas (valores diarios por encima de los  $-4.5^{\circ}\text{C}$ ) a diferencia de lo observado para 2007, donde se registraron temperaturas mínimas de hasta  $-10^{\circ}\text{C}$ .

La variabilidad interanual es un factor importante a tener en cuenta. Los resultados y análisis obtenidos en este trabajo aportan un punto de referencia para continuar los estudios de fenología de la especie a largo plazo y su relación con las variables meteorológicas. Dado que los análisis estadísticos entre la fenología y las temperaturas máximas y mínimas no revelaron resultados claros en 2007, pero sí se observó una relación negativa significativa en 2008, consideramos que es importante incrementar la cantidad de años de estudio para tratar de establecer un patrón de comportamiento de la relación entre ambas variables. La temperatura no sería la única causa que influye en la floración, y otros factores como la precipitación podrían intervenir, con lo cual resulta necesario contar con varios años de estudios para establecer la real vinculación entre las variables meteorológicas y la fenología de la especie.

### CONCLUSIONES

La gran abundancia del género *Ulmus* en el arbolado de la ciudad de Bahía Blanca, la prolongada floración y su capacidad como alérgeno registrada en la bibliografía permiten que *U. pumila* sea considerada como una de las especies más importantes desde el punto de vista aerobiológico. Este estudio contribuye a incrementar los conocimientos de la floración y estacionalidad de la especie, y puede utilizarse para establecer

medidas de prevención de alergias respiratorias más específicas.

En Bahía Blanca, con base en los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir que años con temperaturas más altas de lo normal (anomalías positivas de temperaturas) podrían generar un anticipo del inicio de la floración de *Ulmus pumila*, pero la cantidad de flores producidas en el periodo de floración serían menos y la duración de sería más corta, que en los años más fríos. El seguimiento de la fenología de la especie a largo plazo podría mejorar las interpretaciones que en este trabajo se plantean con carácter preliminar.

Estos primeros aportes al estudio de la fenología de especies urbanas de la ciudad de Bahía Blanca comprenden un paso inicial para conocer la dinámica de floración de la especie y, a largo plazo, contribuirá a la interpretación de los cambios climáticos de la región.

### AGRADECIMIENTOS

A la doctora Beatriz Scian por el aporte de los datos del Servicio Meteorológico Nacional y a la Universidad Nacional del Sur por el subsidio otorgado para la realización del trabajo (PGI: 24/B131).

### LITERATURA CITADA

Alba, F., y C. Díaz de la Guardia, 1998. "The effect of air temperature on the starting dates of the *Ulmus*, *Platanus* and *Olea* pollen seasons in the SE Iberian Peninsula". *Aerobiologia*, **14**: 191-194.

- Aramayo, E.; A. Valle; A. Andrada, y S. Lamberto, 1993. "Calendario de floración de árboles y especies espontáneas frecuentes en Bahía Blanca". *Parodianna*, **8**(2): 265-270.
- Ares, A.; S. Lamberto, y F. González, 1989. *Estudio cuali-cuantitativo de los árboles del Barrio Parque Palihue, Bahía Blanca, Argentina*. EdiUNS, B. Bca.
- Bailey, L.H., 1950. *The standard cyclopedia of horticulture*. The MacMillan, New York, pp. 3408-3413.
- De Azkues, M., 2008. INIA-CENIAP-IIRA- *Agroclimatología*, INIA de Venezuela. <http://www.infoagro.com/frutas/fenologia.htm>.
- De Fina, A.L., y A.C. Ravelo, 1979. *Climatología y fenología agrícolas*. Ed. Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Elías Castillo, F., y F. Castellví Sentís, 1996. *Agrometeorología*. Ediciones Mundi-Prensa, España, pp. 318.
- Fernández-González, M.; F.J. Rodríguez-Rajo; O. Escudero, y M.J. Aira, 2013. "Influence of thermal requirement in the aerobiological and phenological behavior of two grapevine varieties". *Aerobiologia*, Online First Articles, <http://link.springer.com/journal/10453/onlineFirst/page/1>.
- Frei, T., y E. Gassner, 2008. "Climate change and its impact on birch pollen quantities and the start of the pollen season an example from Switzerland for the period 1969-2006". *Int J Biometeorol*, **52**: 667-674.
- Frenguelli, G., y E. Bricchi, 1998. "The use of the phenol-climatic model for forecasting the pollination of some arboreal taxa". *Aerobiologia*, **14**: 39-44.
- Frenguelli, G.; F.Th.M. Spieksma, E. Bricchi, B. Romano, G. Mincigrucci, A.H. Nikkels, W. Dankaart, y F. Ferranti, 1991. "The influence of air temperature on the starting dates of pollen season of *Alnus* and *Populus*". *Grana*, **30**: 196-200.
- García-Mozo, H., 2011. "The use of Aerobiological data on Agronomical studies". *Ann Agric Environ Med*, **18**: 1-6.
- González-Minero, F.J.; J. Morales, C. Tomas, y P. Candau, 1999. "Relationship between air temperature and the start of pollen emission in some arboreal taxa in Southwestern Spain". *Grana*, **38**: 306-310.
- Gordo, O., y J.J. Sanz, 2010. "Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems". *Glob. Change Biol.*, **16**: 1082-1106.
- Lamberto, S., 1978. "Los árboles de la ciudad de Bahía Blanca", Universidad Nacional del Sur, Departamento de Ciencias Agrarias, Disciplina Botánica, Cátedra de Botánica Sistemática. Bahía Blanca.
- Latorre, F., 1999. "Differences between airborne pollen and flowering phenology of urban trees with reference to production, dispersal and interannual climate". *Aerobiologia*, **15**: 131-141.

- Latorre, F., y M.M. Bianchi, 1998. "Relationships between flowering development of *Ulmus pumila* and *Fraxinus excelsior* and their airborne pollen". *Grana*, **37**: 233-238.
- Latorre, F.; E.J. Romero, y M.V. Mancini, 2001. "Representatividad de la vegetación en el espectro de polen atmosférico de la ciudad de Mar del Plata (Argentina)". Publicación Especial de *Ameghiniana*, **8**: 119-124.
- Ledesma, N.R., 1953. "Registro Fitofenológico Integral". *Bs. As. Meteoros*, **3**(1): 81-96.
- Lieth, H., 1974. *Phenology and seasonality modeling*, Springer, Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
- Lusardi M.; A. Scandizzi, J.Mc Cargo, M. Gattuso, S. Gattuso, L.R.F. Arduoso, y C.D. Crisci, 2001. "Calendario de floración de especies frecuentes en la ciudad de Rosario (Santa Fe), Argentina". *Arch. Alergia Inmunol. Clín.*, **32**: 93-97.
- Murray, M.G.; C. Galán, y C.B. Villamil, 2010. "Airborne pollen in Bahía Blanca, Argentina: seasonal distribution of pollen types". *Aerobiologia*, **26**: 195-207.
- Murray M.G., y L. Saveanu, 2011. "Aportes feno-climáticos al estudio del inicio de la floración de *Ulmus pumila* L. en la ciudad de Bahía Blanca". XXXIII *Jornadas Argentinas de Botánica*. Posadas, Misiones. 7-10 de octubre de 2011.
- Murray, M.G.; M.I. Sonaglioni, y C.B. Villamil, 2002. "Annual variation of airborne pollen in the city of Bahía Blanca, Argentina". *Grana*, **41**(3): 183-189.
- Neil, K., y J. Wu., 2006. "Effects of urbanization on plant flowering phenology: A review". *Urban Ecosyst.*, **9**: 243-257.
- Papadakis, J., 1954. *Ecología de los cultivos*. Buenos Aires. Editorial: Buenos Aires, 2 vols.
- Parodi, L.R., 1977. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, Tomo 1 (3a. ed. en dos volúmenes, ampliada y actualizada por M.J. Dimitri), Acme.
- Pauchard, A.; M. Aguayo, E. Peña, y R. Urrutia, 2006. "Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile)". *Biol. Conserv.*, **127**: 272-281.
- Ramón, G.D.; S. Bronfen, C.B. Villamil, N. Ferrer, S. Apphatic, y S. Barzón, 1995. "Pólenes relevantes para la rinitis alérgica estacional en la ciudad de Bahía Blanca y zona de influencia". *Arch. Alergia Inmunol. Clín.*, **26**: 171-180.
- Sánchez, A., y F. Latorre, 2011. "Floración de especies arbóreas urbanas y concentración de polen en el aire de Diamante (Entre Ríos, Argentina)". *Scientia Interfluvius*, **2**(1): 07-19.

- Saveanu, L., y M.G. Murray, 2009. "Estudio preliminar de la fenología del género *Ulmus* en la ciudad de Bahía Blanca". V *Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense, Bahía Blanca*, pp: 145-155, en: *Ambientes y recursos naturales del sudoeste bonaerense: Producción, contaminación y conservación*. EdiUNS, Bahía Blanca, 514 pp. ISBN: 978-987-655-021-5.
- Schwartz, M.D., 1999. "Advancing to full bloom: planning phenological research for the 21st century". *Int. J Biometeorol.*, **42**: 113-118.
- Staffolani L., y K. Hruska, 2008. "Urban allergophytes of central Italy". *Aerobiología*, **24**: 77-87.
- Van Vliet, A.J.H.; R.S. De Groot, Y. Bellens, P. Braun, R. Bruegger, R. Bruns, J. Clevers, C. Estreguil, M. Flechsig, F. Jeanneret, M. Maggi, P. Martens, M. Menne, A. Menzel, y T. Sparks, 2003. "The European Phenology Network". *Int. J Biometeorol.*, **47**: 202-212.
- Zhang, X.; M.A. Friedl, C.B. Schaaf, y A.H. Strahler, 2004. "Climate controls on vegetation phenological patterns in northern mid- and high latitudes inferred MODIS data". *Glob. Change Biol.*, **10**: 1133-1145.