

# VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA PRIMAVERAL EN UN ESPACIO VERDE DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES Y SU RELACIÓN CON LA BROTAÇÃO DE LAS PLANTAS<sup>1</sup>

G.M. MURPHY, E.M. SIERRA, y SILVIA P. PÉREZ<sup>2</sup>

Recibido: 02/09/99

Aceptado: 20/11/99

## RESUMEN

En primavera termina el período de descanso invernal de muchas especies vegetales que comienzan su brotación. La aparición de la hojas desencadena un rápido incremento del nivel de transpiración y cambios en el albedo que alteran el balance calórico de la superficie terrestre provocando una disminución temporal de la temperatura máxima. A fin de comprobar si dicho fenómeno se manifiesta en el parque de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires se evaluaron las temperaturas máximas diarias (1969-98) del observatorio meteorológico (Villa Ortúzar) allí ubicado. Por cuanto puede ocurrir que los procesos de transición primaveral difieran considerablemente entre sí, se utilizó el método de Lundt para separar grupos de casos afines entre sí y tipificar las distintas modalidades. Pudieron distinguirse tres grupos dentro de los cuales todos los eventos se encuentran significativamente correlacionados entre sí. Sólo cuatro eventos no pudieron ser incluidos en ninguno de los grupos. Todos mostraron una disminución temporaria de la temperatura máxima alrededor del 10 al 20 de septiembre, que se hizo particularmente nítida en el grupo I que abarca 2/3 del total de años estudiados. Esta época coincide con el comienzo generalizado de la brotación de las especies presentes en el parque.

**Palabras clave:** primavera, temperatura máxima, espacio verde.

## SPRING DAILY MAXIMUM TEMPERATURES IN A GREEN SPACE OF BUENOS AIRES CITY AND ITS RELATIONSHIP WITH THE BEGINNING OF FOLIAGE PRODUCTION

### SUMMARY

In spring, plants break dormancy and begin foliage production. The appearance of leaves triggers a rapid increase in transpiration and changes in albedo that alter heat balance of terrestrial surface causing a temporary diminution of maximum temperature. In order to verify if this phenomenon takes place in the park of the Faculty of Agronomy of the University of Buenos Aires, daily maximum temperatures (1969-98) of the meteorological observatory (Villa Ortúzar) located in the park, were evaluated. Since it could be that spring transition processes differ considerably to each other, Lundt method was used to separate compatible groups and to describe its different modalities. Three groups, composed by events significantly correlated to each other were distinguished. Only four events could not be included in any group. All the groups showed a temporary diminution of maximum temperature around the 10<sup>th</sup> to 20<sup>th</sup> of September. That became particularly clear in group I, which includes 2/3 of the total of studied years. This period matches with the beginning of foliage production of plants present in the park.

**Key words:** spring, maximum temperature, green space.

### INTRODUCCION

En primavera, muchas especies vegetales terminan su período de descanso invernal, y comienzan sus procesos de floración y brotación, provocando un rápido incremento del nivel de eva-

potranspiración que pasa, en corto tiempo, del bajo valor correspondiente a la estación fría, a registros mucho más elevados. Asimismo, este proceso produce un rápido cambio en el albedo. Ambos efectos alteran el balance calórico de la superficie terrestre.

<sup>1</sup>Trabajo realizado en el marco del Proyecto UBACyT TG 039

<sup>2</sup>Climatología y Fenología Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Diversos trabajos de investigación han estudiado las relaciones existentes entre el comienzo biológico de la primavera, manifestado por la brotación más o menos simultánea de las distintas especies que componen la cobertura vegetal, sobre la evolución de la temperatura y otras variables meteorológicas (Hopp, 1974; Schwartz y Marotz, 1986, 1988; Oke, 1987; Segal *et al.*, 1989).

La temperatura máxima ha demostrado poseer una respuesta bastante nítida a los cambios que ocurren al comienzo de la primavera expresada por una clara señal en su evolución que se percibe durante ese período (Schwartz y Karl, 1990). Dicha señal se manifiesta en el hecho de que el incremento de temperatura que tiene lugar a comienzos de la primavera por aumento de la radiación solar, sufre un breve período de estabilización, o aún de disminución, cuando la mayor transpiración transforma en calor latente de evaporación gran parte de la radiación solar que se convierte en calor sensible.

Para comprobar la existencia de este importante efecto sobre el régimen térmico de los espacios verdes urbanos de la Ciudad de Buenos Aires, se analizó el registro de temperaturas máximas diarias (período 1969-98) del Observatorio Central Buenos Aires (Villa Ortúzar), (34° 35' S; 58° 29' W), ubicado en el parque de la Facultad de Agronomía (FAUBA). El crecimiento edilicio en los alrededores del parque se encuentra estabilizado durante los años en estudio por lo que no fue necesario llevar a cabo una deflación de tendencias que podrían enmascarar los resultados del análisis.

La superficie del parque de la Facultad constituye el tercer ó cuarto espacio verde de la ciudad y es de gran importancia evaluar si el incremento de la evapotranspiración producido por las plantas durante el comienzo de la primavera es capaz de incidir significativamente sobre la marcha del régimen de temperatura máxima.

La Ciudad de Buenos Aires muestra, desde hace ya mucho tiempo, un déficit de espacios verdes que, sólo en los últimos años ha aumentado muy leve e insuficientemente. Por lo tanto, demos-

trar en forma física y objetiva el efecto regulador de un parque de dimensiones considerables, puede contribuir a que se forme una conciencia de la importancia vital que reviste el mantenimiento de una adecuada relación área edificada/área verde en la planificación de futuras urbanizaciones o en la remodelación de las ya existentes.

Cabe consignar que registros meteorológicos correspondientes a períodos anteriores presentan el inconveniente de mostrar tendencias debidas al crecimiento urbano. El período utilizado resulta representativo de las condiciones térmicas del lapso posterior.

## MATERIALES Y METODOS

Se empleó el registro de temperaturas máximas diarias del Observatorio Central Buenos Aires (Villa Ortúzar) durante el período 1969/99. Se tomó en consideración el lapso estacional que va desde el 1 de agosto hasta el 31 de octubre, con un total de 92 días que abarca el proceso de transición desde el ambiente frío invernal, hacia el ambiente cálido que se instala a fines de octubre principios de noviembre.

Para cada una de las 30 transiciones primaverales evaluadas, se calcularon los parámetros que definen sus características distintivas, mediante la tendencia temporal por medio de un análisis de correlación y regresión (Snedecor y Cochran, 1980).

El coeficiente de determinación se utilizó para dar una medida de la variabilidad de cada caso. Un coeficiente de determinación elevado indica que el proceso de calentamiento sigue un proceso continuo, mientras que uno bajo, es índice de una alta variabilidad atribuible al ruido sinóptico.

La pendiente de la recta de ajuste provee una medida de la tensión térmica, de manera que la variación interanual de la misma registra el espectro de variabilidad que sufre el proceso según el año de que se trate.

La ordenada de origen provee un indicador de la temperatura con que se inicia el proceso de transición primaveral, pudiendo distinguirse casos en que se parte de valores relativamente bajos, mientras que en otros se lo hace desde niveles elevados, lo cual da una medida del atraso o precocidad con que se desencadena el fenómeno.

Dado que debe esperarse que los procesos de transición primaveral difieran considerablemente entre sí, se utilizó el método de Lundt (1963) para separar grupos de casos afines para tipificar las distintas modalidades que puede asumir el fenómeno.

**Cuadro N°1. Evolución temporal de los parámetros estadísticos primaverales.**

Parámetro	Media	Desv.Típica	R	Significancia
Temperatura máxima media	19,572	0,6328	0,300	NS
Tensión térmica	0,0818	0,0225	0,179	NS
Temperatura al comienzo del período	15,766	1,4895	0,255	NS

Una vez agrupados los casos según su tipología características, se procedió a calcular sus respectivos promedios, así como el promedio general de los 30 casos considerados, a fin de determinar si todos o algunos de los mismos muestran la vacilación o descenso temporal de la temperatura máxima en el momento de la brotación descrito por Schwartz y Karl 1990 (*op cit*).

Como indicador del proceso de brotación se emplearon los registros fenológicos de 1947 a 1956 correspondientes a especies frutales, forestales y ornamentales que crecen en el parque de la Facultad de Agronomía publicados en los Boletines Fenológicos (SMN, 1948, 1949, 1952, 1953, 1955, 1958).

## RESULTADOS Y DISCUSION

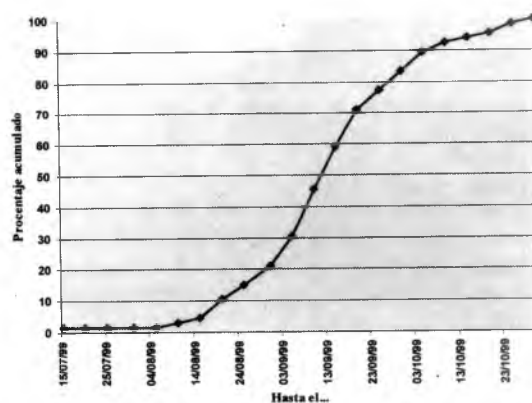
Ninguno de los parámetros utilizados para evaluar las características del período primaveral en estudio sufrió tendencias cronológicas significativas durante el período 1969-98 considerado en el estudio (Cuadro N° 1), aunque la mayoría de los mismos presentan variabilidades considerables que indican que una primavera puede ser bastante diferente de otra. Esto indica que el período en estudio puede considerarse estable, pudiendo descartarse efectos significativos causados por tendencias temporales.

Esta circunstancia demuestra que el parque de la Facultad de Agronomía posee una extensión suficiente como para ejercer cierta influencia sobre la temperatura. Lamentablemente, no se dispone de series de observaciones que registren el comportamiento de las áreas sujetas a procesos de urbanización más acentuados. Los observatorios meteorológicos del conurbano, están situados en aeródromos ubicados en áreas de menor crecimiento urbano o de fuerte influencia del efecto moderador de las aguas del Río de La Plata. No

obstante, los testimonios existentes no dejan dudas de un continuo proceso de intensificación del régimen térmico.

No puede dejar de tenerse en cuenta el hecho de que una gran onda de crecimiento urbano tuvo lugar en Buenos Aires durante los '50 y '60, desacelerándose y llegando posteriormente a un cierto nivel de equilibrio. No obstante, es de la mayor importancia poner en evidencia los efectos de los espacios verdes, ya que esta situación podría sufrir un nuevo desequilibrio, debiendo tomarse las debidas precauciones para evitar una nueva disminución relativa de los espacios verdes.

La evolución del proceso de brotación de las especies forestales y ornamentales que crecen en el parque de la Facultad de Agronomía pone en evidencia un fuerte aceleramiento a partir de los primeros días de septiembre, en que el conjunto entra masivamente en esta fase (Figura 1). Existe



**Figura 1. Porcentajes acumulados de las especies del parque de la FAUBA en comienzo de brotación en distintas fechas durante los meses primaverales.**

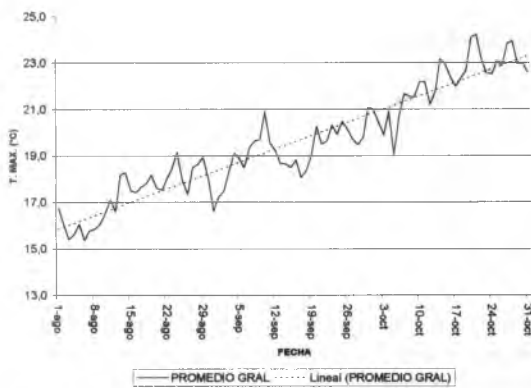


Figura 2. Variación temporal del promedio de las temperaturas máximas diarias correspondientes a todos los años considerados.

la posibilidad de que, un corto lapso después del comienzo de la brotación, se registre una desaceleración del calentamiento primaveral, debida al incremento del aporte de humedad a la atmósfera a consecuencia de la mayor transpiración.

El promedio general de los 30 casos analizados

Cuadro N°2. Grupos según la clasificación de Lundt

Grupo 1	Grupo2	Grupo3	Sin Grupo
1969	1974	1993	1970
1972	1976	1996	1971
1973	1989		1981
1975	1992		1994
1977			
1978			
1979			
1980			
1982			
1983			
1984			
1985			
1986			
1987			
1988			
1990			
1991			
1995			
1997			
1998			

(Figura 2) muestra que durante los primeros días de septiembre se produce un pico de altas temperaturas máximas, luego del cual se observa una disminución que alcanza su mínimo hacia el 20 de septiembre, coherente con lo observado respecto a la evolución del proceso de brotación primaveral de la vegetación y da un primer indicador de que el fenómeno en estudio podría tener lugar en forma efectiva.

Sin embargo, como resulta de la combinación de diversas situaciones no necesariamente correlacionadas entre sí, es muy posible que el promedio no manifieste en su verdadera intensidad la señal buscada. Por la razón mencionada se procedió a clasificar las 30 primaveras estudiadas por medio del método de Lund (1963). En el Cuadro N° 2 puede observarse la existencia de tres grupos, dentro de los cuales todos los eventos que forman parte de los mismos se encuentran significativamente correlacionados entre sí, mientras que sólo cuatro eventos no respondieron a ningún patrón reconocible.

El Grupo I de dicha clasificación se caracteriza por reunir dos tercios (20) del total de 30 primaveras evaluadas. Cabe hacer notar que esto indica que el proceso de calentamiento primaveral dentro del parque de la FAUBA tiende a seguir un patrón que se repite con notable frecuencia, ya que más de la mitad de los casos se encuentran significativamente correlacionados.

La figura 3 pone en evidencia que la evolución

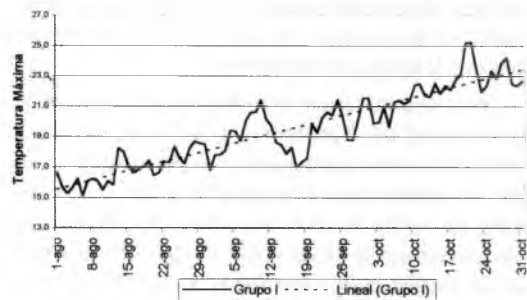


Figura 3. Variación temporal del promedio de las temperaturas máximas diarias de los años pertenecientes al grupo I.

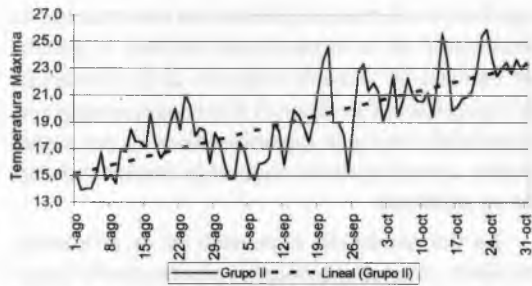


Figura 4. Variación temporal del promedio de las temperaturas máximas diarias de los años pertenecientes al grupo II.

de la temperatura máxima correspondiente al promedio de casos pertenecientes al Grupo I, presenta la señal de calentamiento/enfriamiento casi coincidente con respecto al promedio general, y mucho más acentuada. La claridad de la señal se debe al hecho de haber promediado casos altamente correlacionados entre sí, de manera que sus rasgos distintivos se intensifican, mientras que cuando se promedian casos no correlacionados ocurre lo contrario. La fase de calentamiento alcanza su máximo hacia el 9 de septiembre, cuando la brotación se encuentra más acelerada, luego de lo cual se observa un marcado enfriamiento con su mínimo ubicado hacia el 18 de septiembre.

El grupo II reunió sólo 4 eventos significativamente correlacionados entre sí, por lo que su respuesta es mucho menos nítida que en el caso anterior (Figura 4). En este Grupo se nota un prolongado enfriamiento desde fines de agosto hasta mediados de septiembre, probablemente asociado a primaveras que registran una persistencia de condiciones de circulación meridional que aportan masas de aire frío durante un lapso considerable.

En estos casos la señal debida al comienzo de brotación puede observarse hacia el 26 de septiembre, luego de un pico de temperatura ubicado después del período frío. Muy posiblemente la brotación se distribuye en un lapso más prolongado y recién produce efectos hacia finales de septiembre. No obstante, el menor número de situaciones observadas hace difícil dar una certeza respecto a este efecto.

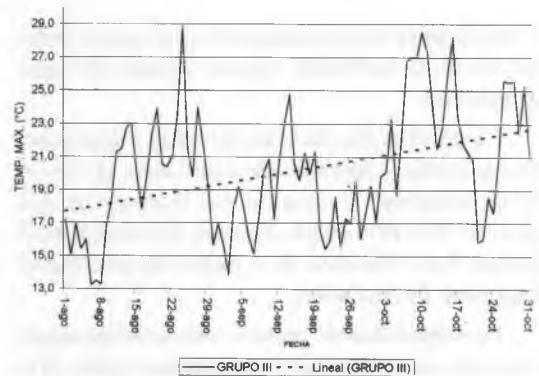


Figura 5. Variación temporal del promedio de las temperaturas máximas diarias de los años pertenecientes al grupo III.

El Grupo III sólo reúne dos eventos significativamente correlacionados, y presenta una marcada variabilidad, que sólo puede atribuirse a procesos de naturaleza sinóptica (Figura 5). Se observan tres ondas térmicas muy intensas, atribuibles a una alternancia entre entradas de aire frío y aire caliente. No obstante, es sugestivo que se observe un enfriamiento con su mínimo sobre el 20 de septiembre, o sea la fecha del observado en el Grupo I, si bien ello podría constituir sólo una coincidencia.

El hecho de que el patrón de comportamiento más frecuente abarque dos tercios de las situaciones observadas indica que se trata de un patrón frecuente y fácilmente reconocible, en el que puede notarse claramente la señal debida al incremento de la evaporación asociada al incremento de la actividad vegetal durante el lapso primaveral.

## CONCLUSIONES

El parque de la Facultad de Agronomía es capaz de ejercer una atenuación de la evolución de la temperatura máxima del aire en el momento en que se produce la brotación, más o menos concentrada, de una buena parte de las especies vegetales que lo componen. El hecho de que correspondan a dos tercios de las situaciones observadas indica que se trata de un patrón frecuente y fácilmente reconocible, notándose claramente la señal debida

al incremento de la evaporación asociada al incremento de la actividad vegetal durante el lapso primaveral.

La disminución de la temperatura máxima del aire se produce aproximadamente entre el 10 y el 20 de setiembre y coincide con la época en que entre el 30 a 40% de las especies que crecen en el parque de la Facultad de Agronomía alcanzan el comienzo de brotación.

La comprobación mencionada aparentemente señala la importancia de los espacios verdes en la

regulación del proceso primaveral con relación al incremento de la temperatura máxima, y genera un llamado de atención respecto de la relevancia de que la Ciudad de Buenos Aires logre corregir su actual deficiencia de espacios cubiertos por vegetación, con el objeto de mejorar la confortabilidad de su ambiente.

La definición del comienzo de la primavera mediante un evento biológico preciso posibilitaría la utilización de escalas biometeorológicas de tiempo que facilitarían este tipo de estudios.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARGENTINA. Servicio Meteorológico Nacional. Boletín fenológico N° 1 - 2 (1948), N° 3 (1949), N° 4 - 8 (1952), N° 9 - 10 (1953), N° 13 - 14 (1955), N° 15 - 18 (1958).
- HOPP, R. J. 1974. Plant phenology observation networks. Phenology and seasonality modeling. (Ed. by H.Leith), pp. 25 - 43. Springer, New York.
- LUND, I.A. 1963. "Map Pattern Classification" by Statistical Methods". *J. Appl. Meteorology*, 2: 56 - 65, 1963.
- OKE, T.R. 1987. Boundary layer climates. Nethu, London.
- SEGAL, M.; J. R. GARAT; G. Kallos and R. A. PAPIELKE. 1989. The impact of wet soil and canopy temperatures on daytime boundary layer growth. *Jr. Atmos. Sci.* 46: 3679 - 3684.
- SCHWARTZ, M.D. and G.A. MOROTZ. 1986. An approach to examining regional atmosphere-plant interactions with phenological data. *Journal Biogeogr.* 13: 551 - 560.
- SCHWARTZ, M.D. and G.A. MOROTZ. 1990. Detecting the onset of spring: a possible application of phenological models. *Clim. Res.* 1: 23 - 29.
- SCHWARTZ, M.D. and T.R. Karl. 1990. Spring phenology: Nature's experiment to detect the effect of "green-up" on surface maximum temperatures. *Monthly Weather review*, 18 (4): 883 - 890.
- SNEDECOR, G. and COCHRAN W. 1980. Statistical Methods. Iowa State University Press. Seventh Edition