

CAMBIOS EN EL REGIMEN DE TEMPERATURAS MÍNIMAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES (PERIODO 1906 - 1992)

E. SIERRA; ADRIANA BELTRAN; SILVINA MAIO; IRENE BARNATAN¹

Recibido: 18/08/93

Aceptado: 16/11/93

RESUMEN

Mediante la serie registrada en el Observatorio Central Buenos Aires del Servicio Meteorológico Nacional (34°35' S; 58°29' W; 25 m.s.n.m) se evaluaron los cambios en el régimen de temperaturas mínimas diarias durante el período 1906-1992, que presenta una situación de gran interés por haber sufrido un considerable crecimiento urbano en el entorno de la estación utilizada. En primer lugar se caracterizó la marcha anual de la variable en estudio ubicándose sus singularidades y comprobándose que las subseries correspondientes a las distintas estaciones del año tienden a apartarse de una distribución normal. En segundo lugar, se estudiaron los cambios aparentes en la serie, pudiendo señalarse que: a) la intensidad de las heladas disminuyó durante las últimas dos décadas; b) el período medio con heladas ha disminuido en su duración durante el mismo lapso; c) las temperaturas mínimas invernales presentan una tendencia positiva significativa al nivel del 5%.

Palabras clave: Mínima. Temperatura. Cambio.

CHANGES IN THE DAILY MINIMUM TEMPERATURE REGIME OF BUENOS AIRES CITY (1906-1992)

SUMMARY

The records provided by the Buenos Aires City meteorological observatory (Observatorio Central Buenos Aires) of the argentinian meteorological service (34°35' S; 58°29' W; 25 m.s.n.m) were employed to evaluate changes in the daily mean temperature regime during the 1906-1992 period: a very interesting case considering that a significant urban growth took place in its neighbourhood. As a first step, the annual course of the studied variable was analyzed, detecting its singularities and verifying that the stationnal subseries differed from a typical normal distribution. As a second step, changes in the series were evaluated, verifying that: a) intensity of winter frosts decreased during the last two decades; b) the average annual frost period diminished during the same period, and c) minimum winter temperatures show a significant trend at the 5% level.

Key Words: Minimum. Temperature. Changes.

¹Catedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía, UBA. Avda. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires

INTRODUCCION

El crecimiento de las ciudades, especialmente en sus aspectos de aumento de consumo de energía y de modificación de las características de la superficie, por ejemplo reemplazo de áreas con vegetación por construcciones, induce cambios en los registros de las estaciones meteorológicas ubicadas en su interior. Estos cambios se ven reflejados en el comportamiento de algunas variables meteorológicas, entre los que se destaca la temperatura, registrando valores superiores a los observados en su entorno rural. Este calentamiento diferencial, característico de las áreas urbanas, conforma la denominada "isla de calor", que ha sido documentada por diversos autores (Mitchell, 1961; Camilloni y Mazzeo, 1987; Coronel y Piacentini, 1991).

El Observatorio Central Buenos Aires (OCBA) está ubicada aproximadamente en el centro de la Capital Federal, donde en un área de 200 km² conviven casi 3.000.000 millones de personas, según el censo de 1991 (Argentina, 1991). El microclima urbano ha variado en estas últimas décadas por efecto de mayores fuentes de calor (vehículos, edificación) y por la mayor cantidad de contaminantes atmosféricos, acentuándose las condiciones de disconfort humano (Quintela, *et al.*, 1987, 1991).

Aunque estos cambios han sido señalados como negativos, la tendencia actual a integrar la producción de alimentos con las estructuras urbanas, a través de la producción intensiva en ambientes controlados, hace que los mismos presenten una faceta favorable, pues facilitan el control de las heladas, y permitiendo la continuidad del ciclo de los cultivos durante los meses invernales, lo cual resulta mucho más difícil en el entorno rural, donde dicho régimen conserva sus características más severas.

En tal sentido, es interesante señalar que si el 30 % del área ocupada por la ciudad de Buenos Aires, es decir unas 6000 ha (60 km²) fuera dedicada a invernáculos para producción intensiva hidropónica, instalados en los espacios libres o en las azoteas de los edificios, con un rendimiento promedio de unos 50.000 kg por ha y por año, se obtendría una producción anual del orden de 300 millones de kg que, repartido entre sus 3 millones de habitantes, equivaldría a 100 kg por habitante y por año. Adicionalmente, esos alimentos serían de

muy alta calidad y tendrían un muy bajo contenido de contaminantes químicos, como plaguicidas y herbicidas, dado que la producción en gran número de unidades pequeñas y aisladas evitaría, por sus condiciones intrínsecas de asepsia, la difusión de plagas, enfermedades y malezas.

Con dicha tecnología, una ciudad estaría bastante cerca de poder producir sus propios alimentos, sobre todo frutas, verduras y legumbres, pudiendo disminuirse la presión sobre el entorno rural, que podría conservar, en mayor proporción, sus características naturales, lo cual convierte a la producción urbana de alimentos en una de las herramientas conservacionistas de mayor potencialidad.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los cambios relativos en el régimen de las temperaturas invernales de la ciudad de Buenos Aires, ya que el aumento observado en las temperaturas mínimas invernales posibilitaría la producción agrícola urbana de algunas especies aprovechando la "isla de calor" existente.

MATERIALES Y METODOS

El análisis de la variación espacial del fenómeno en estudio dentro del entorno urbano y de sus respectivas tendencias se efectuó mediante los datos medios decádicos de temperaturas mínimas medias de enero y julio, de temperatura media anual y de frecuencia media anual de días con heladas de las estaciones Observatorio Central Buenos Aires (OCBA) (34°35'S, 58°29'W), Castelar INTA (34°40'S, 58°39'W), El Palomar Aero (34°36'S, 58°36'W), San Miguel (34°33'S, 58°44'W), Aeroparque Aero (34°34'S, 58°25'W) y Ezeiza Aero (34°49'S, 58°32'W) (Figura 1) durante las décadas 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970, 1971-1980 y 1981-1990 de las Estadísticas Climatológicas (Argentina, 1958, 1965, 1981, 1986, 1992).

Para el análisis de la variación temporal del fenómeno dentro de la isla de calor urbana se utilizó la serie de temperaturas mínimas diarias para el OCBA para el período 1906-1992, que fue suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional. Se consideraron en particular las temperaturas mínimas diarias del invierno (junio, julio y agosto), con especial referencia a la ocurrencia de heladas meteorológicas, definidas como el registro en abrigo meteorológico de temperaturas mínimas iguales o inferiores a 0 °C.

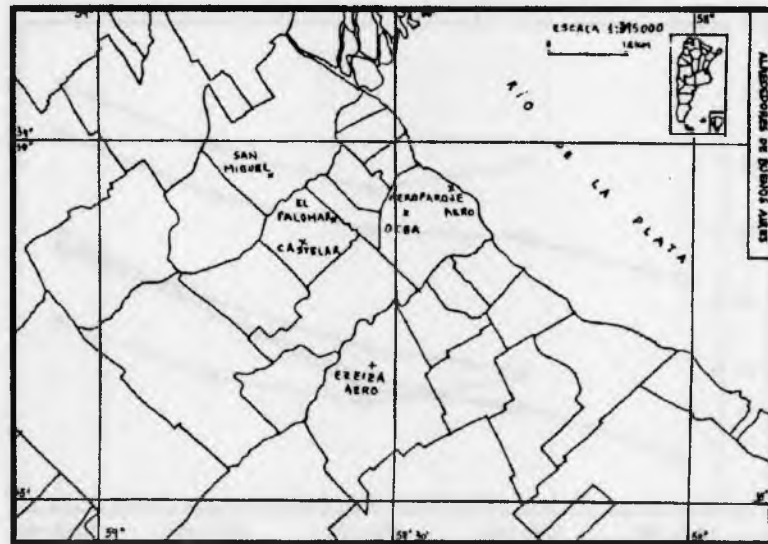


Figura 1. Ubicación espacial de las estaciones utilizadas en el trabajo.

RESULTADOS

En las Figuras 2 y 3 y en el Cuadro N° 1 se muestra el comportamiento de las temperaturas

mínimas medias de enero y julio, respectivamente, para las estaciones de OCBA, Castelar INTA, El Palomar Aero, San Miguel, Aeroparque Aero y Ezeiza Aero durante las décadas 1941-1950, 1951-

CUADRO N° 1. Temperaturas mínimas medias decádicas (°C) de los meses de enero y julio para OCBA y su entorno.

A. ENERO

ESTACIONES	1941-50	1951-60	1961-70	1971-80	1981-90
OCBA	18,3	18,9	19,0	19,5	20,4
CASTELAR INTA	-	16,4	16,9	17,8	18,7
SAN MIGUEL	15,8	16,5	16,7	17,8	19,0
AEROPARQUE AERO	-	20,0	19,6	20,2	21,1
EL PALOMAR AERO	-	17,0	17,3	18,0	18,8
EZEIZA AERO	-	16,9	16,5	16,9	17,7

B. JULIO

ESTACIONES	1941-50	1951-60	1961-70	1971-80	1981-90
OCBA	6,6	6,9	7,4	7,9	7,4
CASTELAR INTA	-	5,0	5,9	6,3	5,8
SAN MIGUEL	4,5	5,4	5,7	6,3	5,9
AEROPARQUE AERO	-	8,0	8,0	8,5	8,3
EL PALOMAR AERO	-	6,2	6,0	6,4	5,0
EZEIZA AERO	-	4,8	5,0	5,4	4,7

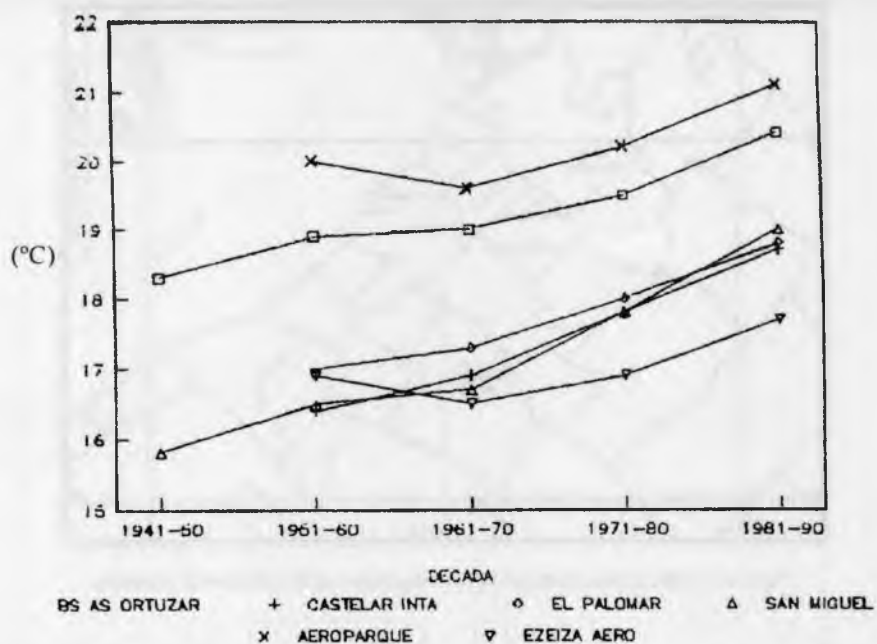


Figura 2. Variación decádica de las temperaturas mínimas de enero para Buenos Aires y su entorno.

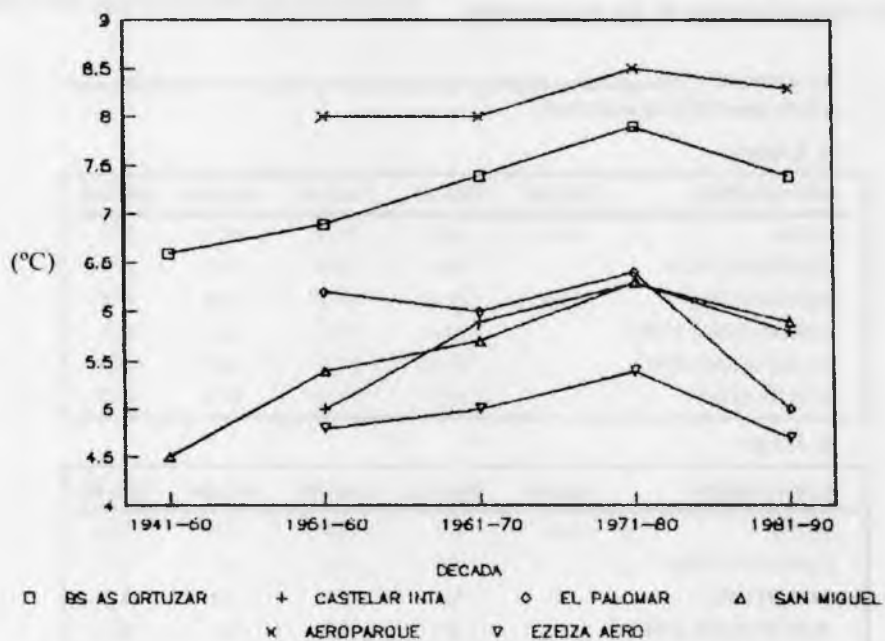


Figura 3. Variación decádica de las temperaturas mínimas de julio para Buenos Aires y su entorno.

1960, 1961-1970, 1971-1980 y 1981-1990. Las temperaturas mínimas de enero aumentaron en todas las estaciones, variando entre 4,7% en Ezeiza y 20,3% en San Miguel entre la última y la primera década. Aeroparque y Ezeiza son las que registran las mayores y menores temperaturas, debido a la influencia del Río de La Plata y a las condiciones particulares topográficas y al entorno poco urbanizado, respectivamente. Las estaciones ubicadas en el conurbano de la ciudad, registraron valores intermedios entre estas últimas, siendo menores en 1,9°C en promedio a las del OCBA.

Al comparar lo observado en las Figuras 2 y 3 y Cuadro N° 1 con la ubicación espacial de las estaciones en la Figura 1, puede inferirse que aún dentro de las pequeñas distancias que separan a los observatorios, se registran pautas de variación bien definidas. Las estaciones situadas hacia el oeste registran valores medios y extremos sensiblemente inferiores a los correspondientes a las situadas hacia el este. En estas localidades se hace sentir el efecto de la advección cálida provocada por el caudal de agua del Río de La Plata, presentando un

nivel térmico relativamente elevado debido a la acción moderadora propia de todo espejo de agua (Landsberg, 1969).

Las temperaturas mínimas medias decádicas de julio presentan un comportamiento similar a las de enero en cuanto a la variación que se produce a medida que se entra en la ciudad desde el SW hacia el NE; en la última década se produjo una disminución en todas las estaciones (Figura 3). Las temperaturas medias anuales presentan un aumento continuo durante las décadas consideradas; además en promedio, los valores en el OCBA y Aeroparque son 1 °C mayor que en las otras estaciones (Cuadro N° 2). La frecuencia media anual de heladas responde al comportamiento de las temperaturas mínimas de julio y muestra la diferencia entre la estación urbana (OCBA) y las de su entorno, menos urbanizado. En promedio en estas últimas 5 décadas, en la ciudad de Buenos Aires se registraron aproximadamente 4 heladas por año, mientras que en las de su entorno 15. Todas las estaciones registraron una disminución entre las décadas 1961-1970 y 1971-1980, mientras que en esta última

CUADRO N° 2. Frecuencia media anual de heladas y temperaturas medias anuales decádicas para OCBA y su entorno.

A. FRECUENCIA DE HELADAS					
ESTACIONES	1941-50	1951-60	1961-70	1971-80	1981-90
OCBA	6,0	4,8	5,1	0,8	1,0
CASTELAR INTA	-	18,5	15,3	12,2	11,9
SAN MIGUEL	20,3	16,3	16,0	13,1	9,4
AEROPARQUE AERO	-	1,3	1,5	0,1	0,1
EL PALOMAR AERO	-	12,0	11,3	10,8	16,0
EZEIZA AERO	-	18,4	18,4	14,5	16,0

B. TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES (°C)					
ESTACIONES	1941-50	1951-60	1961-70	1971-80	1981-90
OCBA	16,91	7,0	17,4	17,5	17,7
CASTELAR INTA	-	16,4	16,9	17,8	18,7
SAN MIGUEL	16,3	15,9	16,2	16,5	16,9
AEROPARQUE AERO	-	20,0	19,6	20,2	21,1
EL PALOMAR AERO	-	17,0	17,3	18,0	18,8
EZEIZA AERO	-	16,9	16,51	6,9	17,7

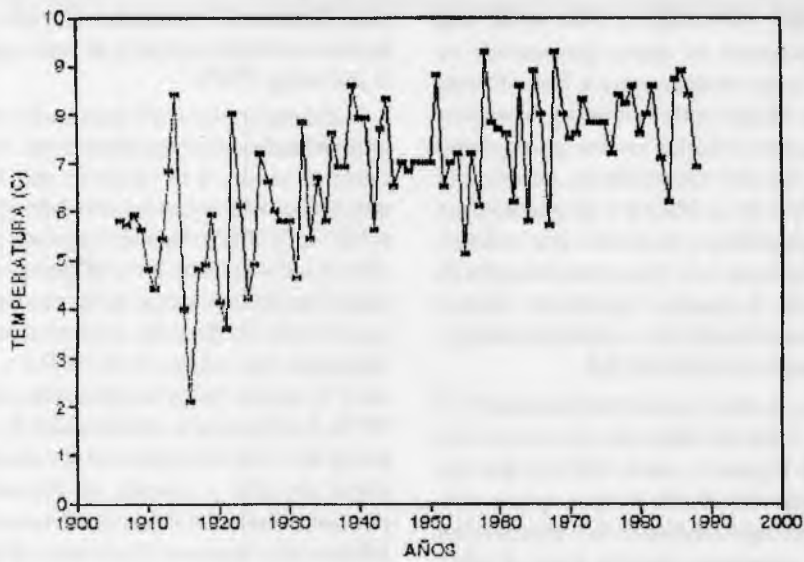


Figura 4. Variación de las temperaturas mínimas medias invernales del Observatorio Central Buenos Aires para el período 1906-1992.

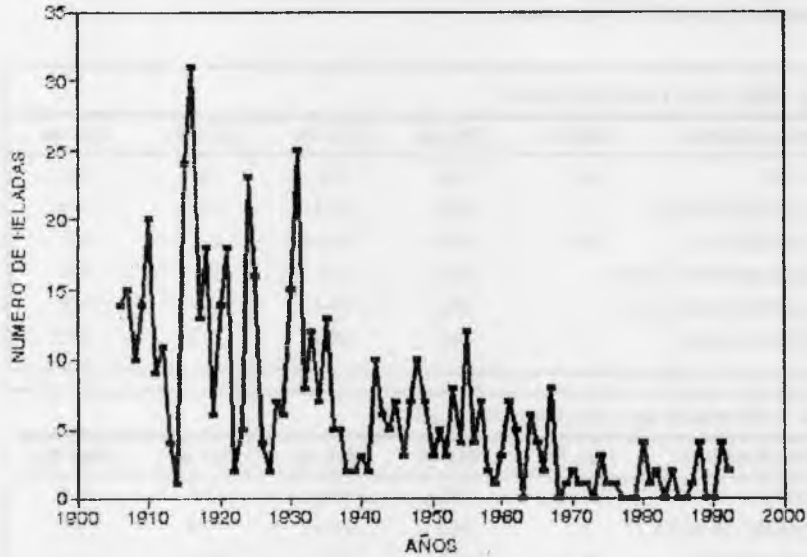


Figura 5. Frecuencia de ocurrencia de las temperaturas mínimas menores o iguales a 0 °C del Observatorio Central Buenos Aires para el período 1906-1992.

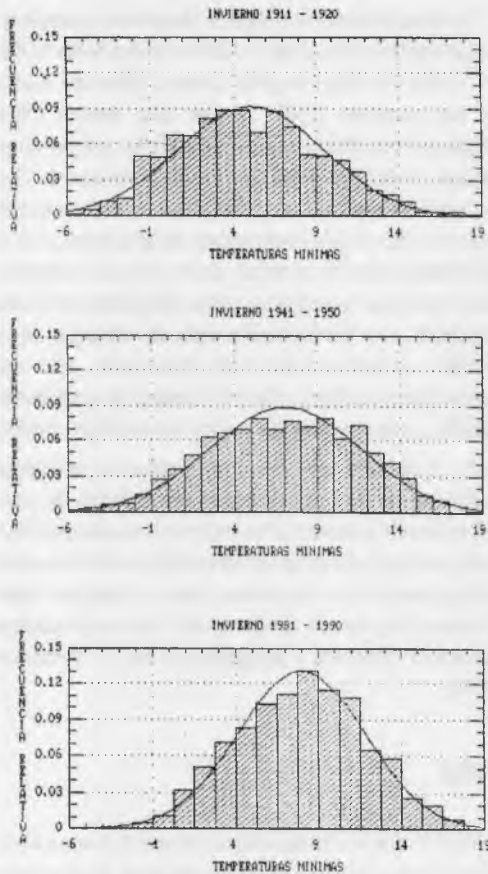


Figura 6. Distribuciones de frecuencias relativas porcentuales de ocurrencia de las temperaturas mínimas diarias para el invierno (junio-julio-agosto) del Observatorio Central Buenos Aires para las décadas 1911-1920, 1941-1950, 1981-1990.

CUADRO N° 3. Valores decádicos de algunos estadísticos de las temperaturas mínimas invernales para la estación OCBA.

PERIODO	1911-1920	1941-1950	1981-1990
MEDIA (°C)	5,1	7,1	8,0
MEDIANA (°C)	4,8	7,1	8,0
MODA (°C)	6,3	6,6	8,0
DESV. STD. (°C)	4,4	4,5	3,8
COEF. VAR.(%)	8,6	6,3	4,8
MINIMO (°C)	-5,4	-5,3	-1,6
MAXIMO (°C)	18,8	18,2	17,6

década 1981-1990, el comportamiento fue desigual. La estación Aeroparque, debido a su ubicación cercana al río, presenta muy poca variación entre las décadas.

Las temperaturas mínimas medias del invierno (**Figura 4**) presentaron una tendencia en aumento correlación lineal de 0,653) que resulta significativa al nivel del 1%. Sin embargo el proceso no tuvo la misma intensidad durante todo el período analizado. Su pendiente fue muy pronunciada hasta 1940, disminuyendo luego gradualmente su valor, que en la actualidad es mucho menos pronunciado.

Consecuentemente con la variación de las temperaturas invernales, la ocurrencia de temperaturas mínimas diarias menores o igual a 0°C (Heladas meteorológicas) presenta una fuerte disminución temporal, presentando además una gran variación interanual de este fenómeno (**Figura 5**). Aunque se han señalado disminuciones similares en otras ciudades del país entre los períodos 1928-1937 y 1971-1980, como Cipolletti, Córdoba y Pilar (pcia de Córdoba), la mayor disminución se registró para Buenos Aires (Hoffmann, 1989), donde durante las tres últimas décadas el período medio con heladas disminuyó desde 28 días a 10 días.

La variación ocurrida en las temperaturas mínimas invernales se ve también reflejado en su distribución de frecuencias, para distintos períodos (**Figura 6**). Así, para las décadas 1911-1920, 1941-1950 y 1981-1990, se pueden observar cambios significativos en los parámetros estadísticos obtenidos (**Cuadro N° 3**). Los valores de media, mediana y moda tienden a coincidir hacia esta última década, haciéndose la distribución más simétrica. Además se observa un aumento de la temperatura mínima media, y una disminución de la variabilidad; no se registraron en la última década temperaturas mínimas invernales por debajo de -2°C. Para las décadas consideradas, las temperaturas mínimas diarias invernales se ajustan a una distribución normal gaussiana al nivel del 5%. En cambio, la serie total (período 1906-1992) no presenta tal distribución, ya que se están considerando varias sub-serie de diferentes características.

Un aumento en las temperaturas mínimas invernales en el ambiente de la ciudad de Buenos Aires implica una mayor disponibilidad de energía

para procesos como la evapotranspiración, aumento de los días con temperaturas óptimas para el crecimiento vegetal y disminución de los riesgos de heladas tardías. La producción agrícola que se realice en la ciudad de Buenos Aires y su entorno deberá tener en cuenta los cambios que se vienen produciendo en las distintas variables ambientales, entre ellas la temperatura, y así utilizar las "ventajas climáticas" que de estos cambios se deriven y prever las consecuencias que causen las posibles "desventajas".

CONCLUSIONES

Las temperaturas mínimas de enero y julio y las temperaturas medias anuales en la ciudad de Buenos Aires y su entorno tuvieron un comportamiento similar a través de las últimas 5 décadas, como así también la frecuencia media anual de heladas, aunque con algunas diferencias entre las localidades.

Se observaron cambios en la serie de temperaturas mínimas diarias de invierno del período 1906-1992 para el Observatorio Central Buenos Aires, con un aumento 0,04 °C por año desde 1906, aunque en las últimas dos décadas la temperatura mínima media invernal se mantuvo constante. Estos cambios también se reflejaron en las variaciones ocurridas en los parámetros estadísticos y en la distribución de frecuencias de la serie de temperaturas mínimas invernales para distintos períodos decádicos. La frecuencia anual de heladas tuvo también variaciones en todo el período, con una brusca disminución desde comienzos de siglo hasta la fecha, pero con fuertes variaciones interanuales.

El aumento en las temperaturas mínimas invernales podría ocasionar la ocurrencia de anomalías fenológicas en árboles frutales caducifolios, como por ejemplo atraso en el comienzo de floración y alargamiento de la misma, que en podrían estar relacionados con el aumento de las temperaturas invernales (Pascale y Ruggiero, 1963; Tabuena, 1980).

BIBLIOGRAFIA

- ARGENTINA. 1958. Estadísticas Climatológicas, 1941-1950 Pub. BI N°3. Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires.
- ARGENTINA. 1965. Estadísticas Climatológicas, 1951-1960 Pub. BI N°6. Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires.
- ARGENTINA. 1981. Estadísticas Climatológicas, 1961-1970. Serie B N°35. Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires.
- ARGENTINA. 1986. Estadísticas Climatológicas, 1961-1970. Serie B N°36. Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires.
- ARGENTINA. 1991. Censo Nacional de Población y Vivienda INDEC.
- ARGENTINA. 1992. Estadísticas Climatológicas, 1981-1990. Serie B N°37. Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires.
- CAMILLONLI, L. y N. MAZZEO. 1987. Algunos aspectos del clima urbano de Buenos Aires, Seminario General de Meteorología. FCEYN. UBA.
- CORONEL, A. y R. PIACENTINI. 1991. Comportamiento higratérmico de la ciudad de Rosario (Pampa húmeda argentina) en período estival. *Anales del Congremet VI*.
- HOFFMAN, J.A. 1989. Las variaciones climáticas ocurridas en la Argentina desde fines del siglo pasado hasta el presente. Servicio Meteorológico Nacional. *Divulgación*. N° 15. 9 pp.
- LANDSBERG, H. 1969. Physical climatology, 3rd. ed. Gray Printing Company, Inc. Pennsylvania. 446 pp.
- MITCHELL, J. 1961. The temperature of cities. *Weather* 14:279-302.
- PASCALE, A.J. y R.A. RUGGIERO. 1963. Comportamiento bioclimático de una colección de ciruelos. *Congreso Frutícola Argentino*, 23 pp.
- QUINTELA, R., J. FORTE LAJAY, A. TROHA y L. SPESCHIA. 1987. Introducción al estudio bioclimático de la ciudad de Buenos Aires y su conurbano. *Geoacta*, 14(1):74-78.
- QUINTELA, R., O.E. SCARPATI y E. BASILE. 1991. Aplicación de índices de confort al bioclima de la ciudad de Buenos Aires y del conurbano bonaerense. *Anales del Congremet VI*.
- TABUENCA, M.C. 1980. Necesidades de frío invernal y exigencias de calor previas a la floración de variedades de ciruelo europeo. *An. Aula Dei*, 15(1-2):148-159.