

AUMENTO DE LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS INVERNO-PRIMAVERALES EN EL ALTO VALLE DEL RÍO NEGRO EN LOS ÚLTIMOS 90 AÑOS

A. J. Pascale, E. A. Damario y C. Bustos

Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas - Facultad de Agronomía U.B.A.
Avda. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires.
Email: postmaster@agro.uba.ar

RESUMEN

Se analizaron las temperaturas mínimas registradas durante el presente siglo en las estaciones meteorológicas de Cipolletti y Alto Valle representativas de la zona de mayor concentración frutícola en la Provincia de Río Negro. Se verificó una tendencia positiva significativa de las temperaturas mínimas medias mensuales y una disminución en las frecuencias de heladas primaverales durante el período crítico de la floración de los árboles frutales. En comparación con la primera mitad del siglo, la fecha media de últimas heladas de la segunda mitad se adelantaron en Cipolletti y Alto Valle, 12 y 7 días respectivamente. Durante el período 1961-90, la cantidad media anual de horas de frío efectivas resultó 22% menor en Cipolletti y 14% menor en Alto Valle en relación con la del período 1931-60.

Palabras claves: tendencia de las temperaturas mínimas, Alto Valle de Río Negro.

SUMMARY

Minimum temperatures recorded at Cipolletti and Alto Valle (Río Negro High Valley) from the beginning of this century were analyzed. A significant uptrend of mean monthly minimum of temperatures was verified and a decrease on Spring frost frequency during a critical flowering stage in fruit trees. The mean date for last frost was 12 and seven days earlier in Cipolletti and Alto Valle, respectively during the second half of the century as compared with the first half. During 1961-90 "chilling hours" were 22% lower in Cipolletti and 14% lower in Alto Valle in relation with 1931-61 period.

Key words: mean minimum temperatures uptrend, Río Negro High Valley

INTRODUCCION

La región conocida como Alto Valle de Río Negro comprende un área de unas 70.000 hectáreas desarrolladas sobre la confluencia de los dos ríos que le dan origen: Neuquen y Limay. Esta importante zona frutícola de regadío dedicada especialmente al cultivo de manzanos y perales ha experimentado, al igual que la casi totalidad del territorio continental argentino, una suavización secular en la intensidad de las temperaturas mínimas (Pascale y Damario 1993/94) que en el caso del Alto Valle se ha traducido, tanto en la reducción de la cuota de enfriamiento exigido por los frutales durante su período anual de descanso vegetativo, como en la favorable disminución en el riesgo de

daños por heladas durante la etapa sensible de floración - fructificación.

Este último concepto - el de las heladas - fue analizado por Damario y Pascale (1955) con la información meteorológica de la primera mitad del siglo. Recientemente, Bustos *et al.* (1996) analizaron además otros aspectos del régimen térmico del área para el período 1960-87. El objetivo del estudio desarrollado en este informe, es extender y profundizar el análisis integrado de dos períodos analizados, incorporando otros índices agroclimáticos y enfatizando especialmente la tendencia mostrada por los diferentes aspectos a través del tiempo.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron las series de temperaturas mínimas diarias de las dos únicas estaciones instaladas en el área que han funcionado con mayor extensión y continuidad durante el período a analizar: Cipolletti (38°57' S, 67° 59' W, 265 m, período 1903-1992 y Alto Valle (antes J. J. Gómez, 39° 01' S, 67 ° 40' W, 242 m), con datos 1921-1988. La totalidad de la información requerida fue utilizada en forma parcializada para obtener los diferentes índices agroclimáticos.

RESULTADOS Y DISCUSION

a) Temperatura mínima media mensual

En el cuadro N° 1 se indican los valores referentes a este índice para un mismo período analizado en cada localidad. Es posible, en primer lugar, observar que a pesar de la diferencia en valores medios y variabilidad, las dos localidades confirman que en el área se ha producido una tendencia positiva en la intensidad de las mínimas medias mensuales, similar a lo ya señalado por Pascale y Damario (1993/94). En la fig 1 se grafican los valores anuales correspondientes al mes de julio y las rectas de tendencia respectivas. Entre ambas localidades, separadas sólo unos 50 km se advierten diferencias no fácilmente explicables. Históricamente, Alto Valle (antes de 1960, J. J. Gómez) se ha comportado como la ubicación mas fría del valle, por lo que las diferencias en los valores medios no debe sorprender, y alcanzan aproximadamente a 1,3°C a favor de Cipolletti, con excepción de los meses otoñales donde se reducen. Lo llamativo son las diferencias en las variabilidades y las tendencias mensuales. Conviene analizarlos separando el año en dos períodos semestrales: el de octubre a marzo, durante el cual se desarrolla la vegetación visible y se cumple el riego de los montes frutales y, el de abril a setiembre con la vegetación en descanso y suspensión del riego. Las desviaciones típicas del periodo invernal son prácticamente iguales mientras que en el resto de los meses son mayores en

Cipolletti. Algo similar sucede con las tendencias anuales. Este análisis previo estaría señalando que otra u otras causas que la puramente climática son responsables de las diferencias, por lo cual es conveniente examinar si estas variaciones se han mantenido a través del tiempo.

En el cuadro N° 2 se vuelcan los valores medios, de variabilidad y tendencia de las temperaturas mínimas medias mensuales para los períodos 1931-60 y 1961-90. Algunas diferencias entre períodos y localidades merecen ser anotados. En primer lugar los incrementos en los valores medios mensuales entre ambos períodos treintañales son muy superiores en Cipolletti, entre 0,9° y 2°C, explicables por menores variabilidades y tendencias nulas en el segundo treinteño. De igual manera, las decididamente menores tendencias en 1961-90 y variabilidades casi similares en Alto Valle, explicarían las menores diferencias en las medias mensuales entre ambos treinteños, todo lo cual confirmaría la influencia de factores ajenos al climático, posiblemente vinculados a modificaciones en el entorno de ambas estaciones meteorológicas.

b) Temperatura mínima absoluta anual

La probabilidad de ocurrencia de temperaturas mínimas absolutas anuales se valora mediante la temperatura mínima anual media (promedio de todas las mínimas absolutas anuales de una serie climática) y su variabilidad. Este índice agroclimático, además de ser más benigno en la segunda mitad del siglo, no llega a perjudicar a los frutales en el Valle del Río Negro, pues los posibles valores de ocurrencia (Cuadro N°3) alcanzan intensidades inferiores a los niveles de resistencia de los frutales en descanso vegetativo

c) Fecha media de última helada

Este índice agroclimático considera la ocurrencia de temperaturas mínimas iguales o inferiores a 0°C perjudiciales a la vegetación y que, en el Alto Valle de Río Negro, son coincidentes con la etapa floración-comienzo de

Cuadro N° 1: Temperaturas mínimas medias mensuales en el Alto Valle, variabilidad y tendencia (°C)

Estación	mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
CIPOLLETTI 1931-90	media	14,2	12,8	9,9	5,9	3,3	0,9	0,3	1,5	4,2	7,5	10,8	13,2
	desv. est.	1,49	1,56	1,59	1,58	1,55	1,77	1,85	1,28	1,16	1,10	1,50	1,51
	tendencia	0,055	0,062	0,062	0,052	0,034	0,042	0,040	0,043	0,027	0,031	0,044	0,048
ALTO VALLE 1931-88	media	12,8	11,8	9,1	5,2	2,4	-0,4	-1,0	0,2	2,9	6,3	9,5	12,0
	desv. est.	1,14	1,41	1,48	1,66	1,57	1,78	1,84	1,34	1,11	1,06	1,25	1,30
	tendencia	0,024	0,031	0,051	0,045	0,029	0,035	0,032	0,043	0,022	0,028	0,028	0,032

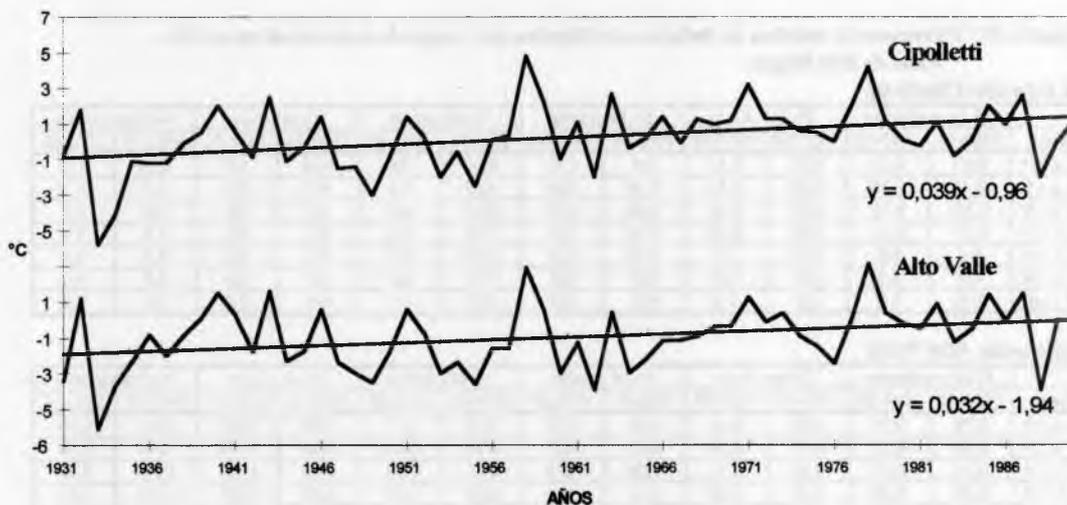


Fig 1: Tendencia de la temperatura mínima media anual para el mes de julio en el Alto Valle del Río Negro.

Cuadro N° 2: Comparación treintaafal de las temperaturas mínimas medias mensuales (°C) en las dos localidades del Alto Valle del Río Negro.

CIPOLLETTI 1931-60	mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
	media (1)	13,2	11,8	8,8	5,0	2,7	0,2	-0,4	0,8	3,7	6,9	10,0	12,4
	desv. est.	1,36	1,21	1,44	1,44	1,69	1,76	2,08	1,33	1,06	1,05	1,46	1,45
CIPOLLETTI 1961-90	media (2)	15,0	13,8	10,8	6,7	3,7	1,4	0,9	2,2	4,6	8,1	11,4	14,1
	desv. est.	0,95	1,24	0,96	1,24	1,25	1,60	1,37	0,73	1,06	0,85	1,25	1,07
	tendencia	0,012	0,039	-0,003	0,009	-0,017	0,002	-0,004	0,006	-0,035	-0,005	-0,013	0,017
(2) - (1)	1,8	2,0	2,0	1,7	1,0	1,2	1,3	1,4	0,9	1,2	1,4	1,7	
ALTO VALLE 1931-60	media (1)	12,5	11,4	8,5	4,6	2,2	-0,8	-1,4	-0,5	2,6	5,9	9,1	11,7
	desv. est.	1,15	1,23	1,24	1,40	1,69	1,74	1,98	1,20	1,00	0,90	1,31	1,19
	tendencia	0,013	0,018	0,051	0,020	0,011	0,047	0,026	0,037	0,005	0,008	0,054	0,045
ALTO VALLE 1961-88	media (2)	13,1	12,1	9,8	5,8	2,7	0,04	-0,6	0,8	3,3	6,7	9,9	12,4
	desv. est.	1,04	1,54	1,45	1,78	1,41	1,75	1,59	1,16	1,13	1,08	1,07	1,33
	tendencia	0,049	0,096	0,098	0,102	0,058	0,073	0,061	0,042	0,040	0,048	0,011	0,041
(2) - (1)	0,6	0,7	1,3	1,2	0,5	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	

Cuadro N° 3: Temperaturas mínimas absolutas en el área del Alto Valle del Río Negro

estación	período	temperatura mínima anual media (°C)	Desv. est. (°C)	Probabilidad 1:50 años
Cipolletti	1903-1948	-9,2	± 1,8	-12,9
	1957-1988	-7,1	± 1,9	-11,0
Alto Valle	1921-1948	-9,7	± 1,6	-13,0
	1957-1988	-8,7	± 1,9	-12,6

Cuadro N°4: Fecha media de última helada en el Alto Valle de Río Negro.

Localidad	Período	Fecha media de última helada y desviación típica
Cipolletti	1903-53	6 de octubre ± 14 días
	1920-53	3 de octubre ± 16 días
	1957-90	24 de setiembre ± 22 días
J.J Gómez Alto Valle	1920-53	13 de octubre ± 14 días
	1956-88	6 de octubre ± 17 días

Cuadro N° 5: Frecuencia relativa de heladas clasificadas por rango de intensidad en el Alto Valle de Río Negro.

a) Estación Cipolletti

rango	15-24 septiembre		25 sep - 4 oct		5 - 14 octubre		15-24 octubre		25 oct - 3 nov		4-13 noviembre	
	1903-53	1957-92	1903-53	1957-92	1903-53	1957-92	1903-53	1957-92	1903-53	1957-92	1903-53	1957-92
0. a-0.9	0,57	0,22	0,45	0,11	0,2	0,02	0,06	0,0	0,06	0,0	0,04	0,05
-1 a-1.9	0,43	0,38	0,25	0,11	0,18	0,05	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02
-2 a-2.9	0,14	0,11	0,27	0,05	0,08	0,05	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-3 a-3.9	0,27	0,11	0,02	0,02	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-4 a-4.9	0,1	0,0	0,08	0,0	0,04	0,0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-5 a-5.9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-6 ó inf.	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

b) Estación Alto Valle

rango	15-24 septiembre		25 sep - 4 oct		5 - 14 octubre		15-24 octubre		25 oct - 3 nov		4-13 noviembre	
	1920-53	1956-88	1920-53	1956-88	1920-53	1956-88	1920-53	1956-88	1920-53	1956-88	1920-53	1956-88
0. a-0.9	0,79	0,87	0,50	0,36	0,50	0,36	0,12	0,12	0,09	0,06	0,03	0,00
-1 a-1.9	0,70	0,51	0,47	0,36	0,15	0,27	0,03	0,03	0,06	0,00	0,03	0,03
-2 a-2.9	0,26	0,27	0,18	0,27	0,06	0,12	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00
-3 a-3.9	0,20	0,18	0,18	0,06	0,12	0,06	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
-4 a-4.9	0,12	0,21	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-5 a-5.9	0,03	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-6 ó inf.	0,06	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

fructificación de los frutales, desde la última década de setiembre hasta la primera de octubre. La comparación de las fechas computadas para la primera y segunda mitad del siglo (cuadro N° 4) evidencia un importante adelanto de 12 días en Cipolletti y de 7 días en Alto Valle, lo cual significa una disminución del riesgo de pérdidas por heladas.

El Índice de Peligrosidad de Heladas (Pascale *et al*, 1997), que toma en consideración la probabilidad de ocurrencia de las temperaturas mínimas críticas para frutales criófilos en la etapa floración-comienzo de fructificación, descendió en Cipolletti del 38,8 % (período 1903-53), al 10,92 % (período 1957-92) para manzanos con plena floración el día 4 de octubre.

d) Frecuencia relativa de la intensidad de las heladas.

Si se considera la frecuencia relativa de las últimas heladas del año clasificadas por rango de intensidad (cuadro N°5), se comprueba que en el Valle de Río Negro la intensidad de las heladas ha disminuido a valores reducidos que eximen de mayores comentarios.

e) Disponibilidad de frío invernal

Con relación a la satisfacción bioclimática de frío invernal requerida por los frutales criófilos, se estimó el total de "horas de frío" efectivas acumuladas entre abril y setiembre (cuadro N°6).

Cuadro N° 6: Comparación de las "horas de frío" efectivas en el Alto Valle de Río Negro para los treinteños 1931-60 y 1961-90.

a) Cipolletti

período	abr	may	jun	jul	ago	set	año
1931-60 (1)	131	259	417	474	408	191	1880
1961-90 (2)	82	206	325	386	309	160	1468
Δ	49	53	92	88	99	31	412

b) Alto Valle

período	abr	may	jun	jul	ago	set	año
1931-60 (1)	125	250	480	520	460	223	2058
1961-90 (2)	95	237	400	460	376	195	1767
Δ	30	13	80	60	84	28	291

(1) Damario 1969, (2) Damario y Pascale (1995)

El método de estimación propuesto por Damario (1969) computó las "horas de frío" para el período 1931-60 y Damario y Pascale (1995) para el período 1961-90. A pesar de la menor disponibilidad de las "horas de frío" efectivas del segundo treinteño, la cantidad disponible entre 1500 y 1700, satisface adecuadamente los requerimientos de los cultivos de manzano, la especie frutal más exigente en frío invernal.

CONCLUSIONES

En el Alto Valle de Río Negro, el análisis de las temperaturas mínimas diarias hasta comienzo de la última década del siglo permitió deducir que:

a) las temperaturas mínimas medias mensuales mostraron una tendencia anual positiva, al igual que las temperaturas mínimas absolutas anuales.

b) como consecuencia de lo comprobado en a) se registraron:

- adelanto en la fecha media de la última helada y una disminución en la frecuencia anual media de intensidad de heladas, lo cual incidió en una reducción del riesgo de años con daño durante el período crítico floración-comienzo de fructificación de los frutales.
- sensible reducción en el número de "horas de frío" efectivas aunque sin comprometer la satisfacción de las exigencias bioclimáticas de enfriamiento durante el descanso vegetativo de los frutales.

BIBLIOGRAFIA

- BUSTOS, C.; S. PEREZ; R. HURTADO Y E.M. SIERRA (1996) las temperaturas mínimas en la zona del Alto Valle de Río Negro en el período 1960-87. *Rev. Facultad de Agronomía, Buenos Aires*, 16(3):159-162.
- DAMARIO, E.A. Y A. J. PASCALE (1955) El calentamiento del aire en la lucha contra las heladas primaverales para la protección de los montes frutales en el Valle de Río Negro. *Meteoros*, 5(3):179-206.
- DAMARIO, E. A. (1969) Carta estimada de horas de frío de la República Argentina. *Rev. Facultad. de Agronomía. y Veterinaria, Buenos Aires*, 17(2): 25-28.
- DAMARIO, E. A. Y A. J. PASCALE (1955) Nueva carta agroclimática de "horas de frío" de la Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía Buenos Aires*, 15(2-3): 219-225.