

ISSN N°1850-4086 N°1606

Informe del Mes de Junio de 2023

Autores: Van Meer, Howard; Dominguez, Nelson Javier
Agrometeorología, EEA Santiago del Estero

A lo largo del presente boletín se muestra un resumen del comportamiento de las principales variables climáticas, generadas por la estación agrometeorológica convencional ubicada en el predio del Campo Anexo Ing. Agr. Francisco Cantos, de la Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero (Lat. S: 28.02, Long. O: 64.23, 169m s.n.m.). Se especificará cuando el análisis haya tenido en cuenta datos de la estación automática Vantage Pro II de Davis®. Los datos históricos se analizaron mediante el empleo del software libre R.

Los datos recabados por I.N.T.A. pueden visualizarse a través de los siguientes enlaces:

- ⊕ <http://siga2.inta.gov.ar/>
- ⊕ <http://anterior.inta.gov.ar/santiago/met/clima.htm>

Resumen: El presente mes arrojó un valor medio de temperatura que puede catalogarse como “superior al normal”. El valor de temperaturas máximas medio mensual se ha posicionado en la tercera ubicación para un mes de junio, mientras que el valor medio de temperaturas mínimas se ubicó en la quinta posición entre los más altos también. Los valores medios de temperaturas máximas de la primera y tercera década se han ubicado en la cuarta y tercera posición respectivamente entre los valores más altos, mientras que el valor de la segunda década se ubica en la novena posición entre los valores más bajos. El valor medio de temperaturas mínimas de la primera década es el nuevo valor más alto de este periodo y, el de la última década se ubica en la octava posición entre los promedios más altos, mientras que el valor de la segunda década se ubica en la octava posición entre los valores más bajos. Se han asentado valores diarios de temperaturas máximas y mínimas elevados. Se ha registrado la primera helada meteorológica del año, la que ocurrió por detrás de la fecha media pero dentro del rango esperado. Se han contabilizado un total de cuatro eventos dentro del mes, un número menor al

promedio, clasificándose uno de ellos como de severidad “fuerte”. También se han contabilizado seis heladas agronómicas (la mitad del valor esperado), ocurriendo la primera en una fecha tardía. En el presente mes se acumularon 71,7 horas frío.

No se ha registrado precipitación en el actual mes, así como en otros once meses de junio de la serie histórica. Como valor acumulado para la pasada campaña, la precipitación acumulada rondó un déficit de aproximadamente un 11% ubicándose como la decimotercera campaña con los valores acumulados más bajos del set de datos.

La insolación fue buena durante las dos primeras décadas del mes.

Los vientos provinieron predominantemente desde la dirección Sudeste. Se registraron vientos máximos de 33,8km/h a 2m de altura sobre la superficie

La humedad relativa del ambiente presentó valores inferiores al promedio en la segunda década solamente. Un 14% del tiempo los valores de este parámetro se encontraron por encima del 90%, mientras que en un 12% del tiempo los valores se ubicaron en la categoría correspondiente a humedad ambiente “menor a 40.

TEMPERATURA

Dada la falta de datos de temperatura extrema diaria de varios días (por escasez de personal) y solamente con motivo de poder mostrar con fines informativos el comportamiento de la temperatura se emplean los datos registrados¹ por la estación meteorológica automática cuando estos falten de la estación meteorológica convencional. No se recomienda emplear las series de datos de ambas fuentes en conjunto a los fines normales, dado el ruido que puede generar en el análisis estadístico de los datos históricos con fines de investigación climatológica.

El valor promedio de temperatura media mensual fue superior al normal², de acuerdo con el promedio de la serie³, compartiendo este valor la tercera ubicación⁴ con el año 2015, ordenados de manera descendente. El valor medio de temperatura máxima fue superior al normal, colocándose este mes en la tercera⁵ posición. El valor medio de temperatura mínima fue superior al normal y se ubicó en la quinta posición⁶. El valor medio de temperaturas mínimas y el de temperaturas medias fueron inferiores a los del pasado mes de mayo.

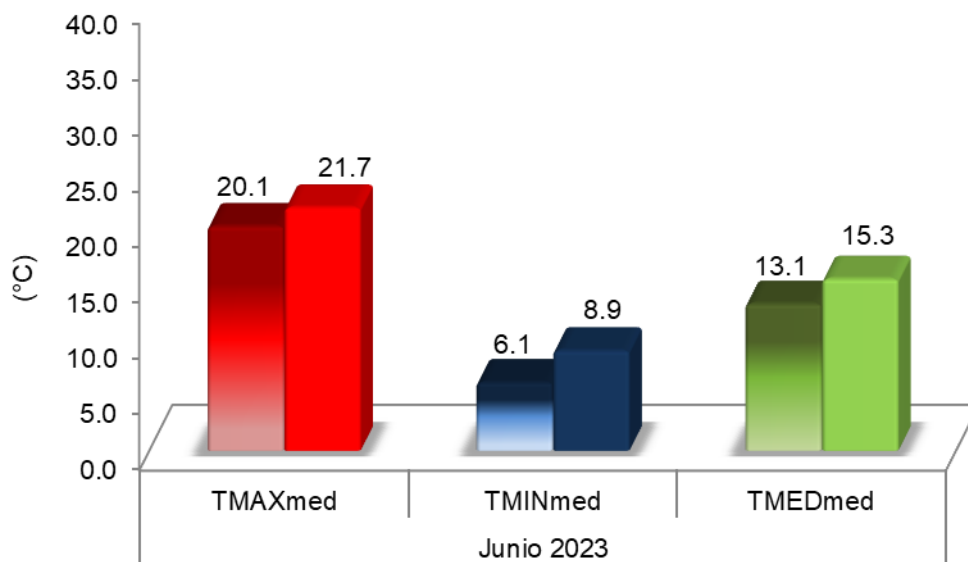


Figura 1. Valores medios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias para el mes de junio. Referencias: colores degradados (junio serie 1991-2020), colores uniformes (junio 2023)

¹Temperatura máxima del día 28. Temperatura mínima de los días 13 y 29. Las temperaturas medias de estos días surgen del promedio de los datos conjuntos de la estación automática en reemplazo de los que faltaran de la estación convencional.

² Para la temperatura, se puede considerar que el valor normal implica valores de aproximadamente 0,5°C por debajo o por encima del valor promedio. Valores por debajo o por encima de ese rango serían temperaturas inferiores o superiores a la normal, respectivamente.

³ Serie histórica considerada para el análisis de las temperaturas medias se emplea el periodo 1991-2020.

⁴ Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 14,8°C se ubicaría en la quinta posición.

⁵ Sí solamente empleamos los valores máximos diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 21,7°C se ubicaría en la cuarta posición.

⁶ Sí solamente empleamos los valores mínimos diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 7,3°C se ubicaría en la novena posición.

Respeto a igual mes del año anterior, el valor medio de temperaturas máximas fue inferior en 1,7°C y el de temperaturas mínimas fue superior en 2,7°C.

El valor de temperatura media fue superior al normal en las primera y segunda década⁷ (Fig. 2). Los valores medios de temperatura de la primera década fueron superiores a los de la última década del mes de mayo.

El valor medio de temperaturas mínimas fue superior en 8,5°C y 4,1°C en la primera y tercera décadas respectivamente mientras que fue menor en 4,1°C en la segunda. Por su parte, el valor medio de temperaturas máximas lo fue en 3,6°C y en 2,2°C en la primera y tercera década respectivamente, mientras que fue inferior en 0,9°C en la segunda. Es en la primera década donde se registra el valor diario de temperatura máxima y, en la segunda, el de temperatura mínima mensual (Figura 4).

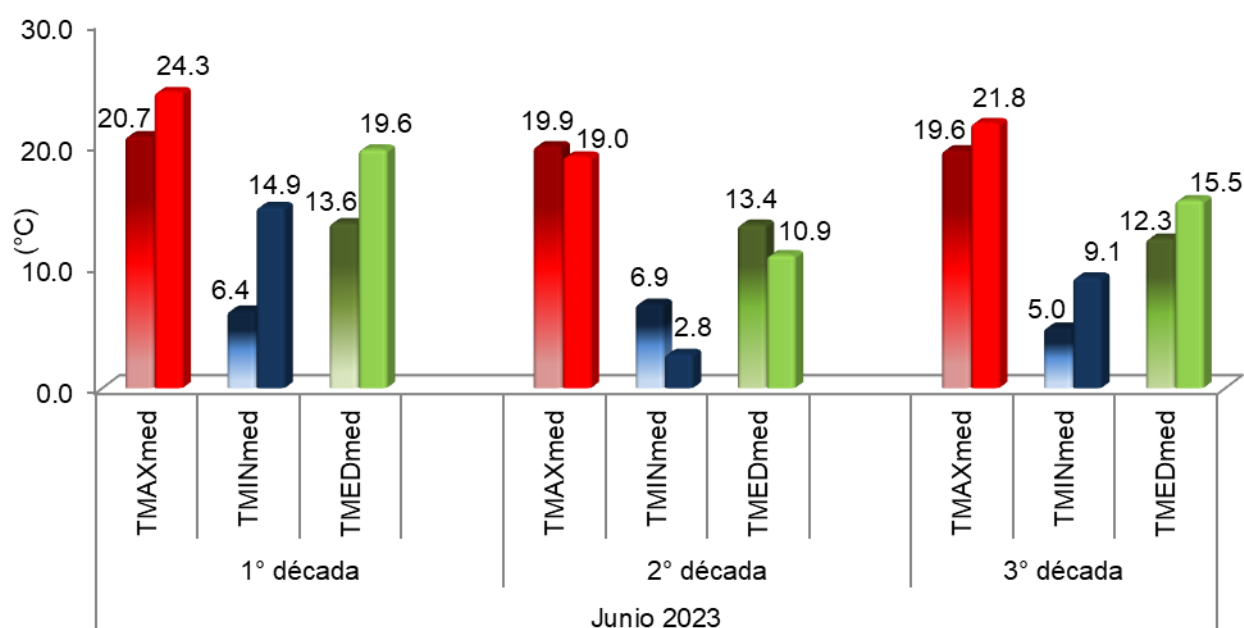


Figura 2. Valores medios de temperaturas máximas, mínimas y medias, agrupadas en períodos decadales, para el mes de junio. Referencias: colores degradados (junio serie 1991-2020), colores uniformes (junio 2023).

El valor medio de temperaturas máximas de la primera década se ubica en la cuarta posición⁸ (ordenados siempre los valores de manera descendentes) y, el valor de temperaturas mínimas medio de esta década es el nuevo valor⁹ más alto (ordenados también de manera descendentes). En la segunda década, el valor medio de temperaturas máximas calculado se

⁷ Década: cada uno de los tres intervalos de 10 días en los que se subdivide el mes (1 al 10, 11 al 20 y 21 al 30-31).

⁸ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 24,3°C conservaría igual ubicación.

⁹ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 14,0°C conservaría igual ubicación.

ubica en la novena posición¹⁰ en este periodo, y el valor medio de temperaturas mínimas¹¹ se coloca en la octava posición, en ambos casos ordenados los valores de manera ascendente. En la tercera década, el valor promedio de temperaturas máximas¹² se ubica en la tercera posición y, el de temperaturas mínimas lo hace compartiendo la octava¹³ posición con el año 2004. Con respecto a las temperaturas medias, la primera década se ubica en la primera posición¹⁴, el valor de la segunda¹⁵ lo haría en la vigesimoquinta posición y la tercera¹⁶ década se ubica en la cuarta posición, ordenados los valores de manera descendente en cada década.

A continuación, se muestran los valores de temperaturas medias de la marcha anual de temperatura en paso decádico para la serie 1991-2020 (Fig. 3). Se tuvo en cuenta solamente el valor medio absoluto más alto y el más bajo para cada década con su correspondiente valor medio, considerando el periodo de la serie histórica. A su vez se indica el valor de temperatura media decádico del corriente año.

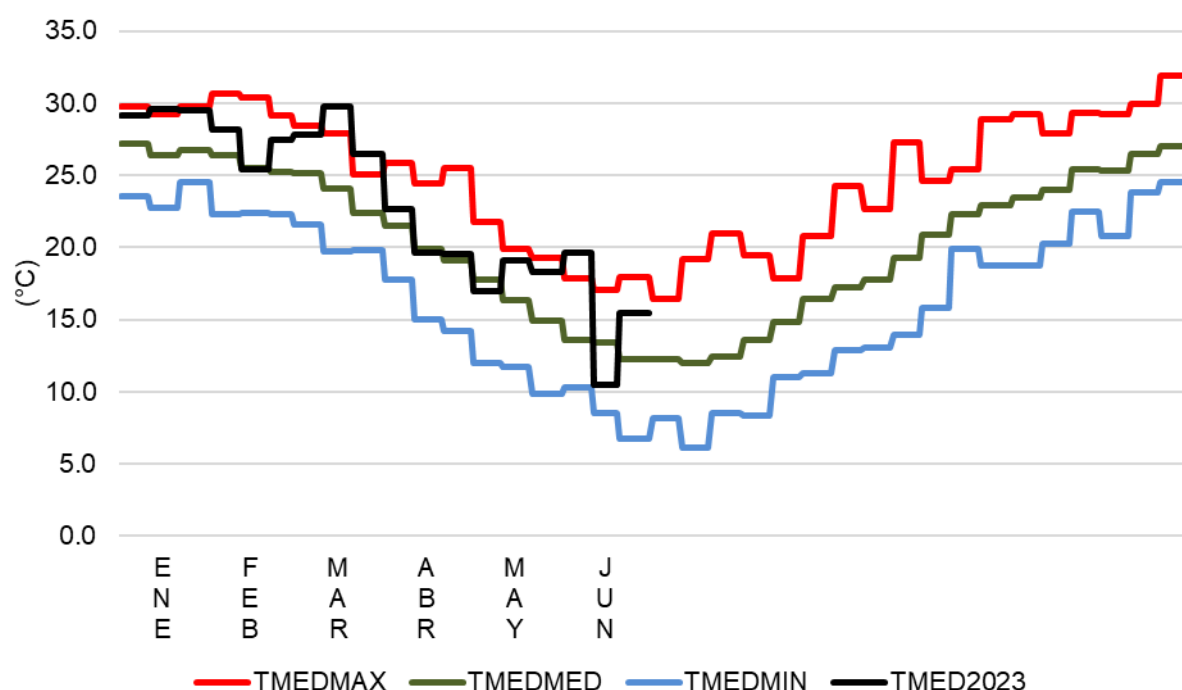


Figura 3. Valores de temperatura media absoluta máxima (TMEDMAX), absoluta mínima (TMEDMIN) y valor medio (serie 1991-2020) (TMEDMED), expresados en forma promedio decadal y, valor de temperatura medio decadal del presente año (TMED2023).

¹⁰ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 18,8°C se colocaría en la séptima posición.

¹¹ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 1,3°C se colocaría en la cuarta posición.

¹² Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 22,1°C conservaría igual ubicación.

¹³ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 7,6°C se colocaría en la décima posición.

¹⁴ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 19,6°C conservaría igual ubicación.

¹⁵ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 9,9°C sería el segundo valor más bajo.

¹⁶ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 15,7°C se colocaría en la tercera posición.

Se realizó un análisis de los valores de temperaturas más altos registrados en cada categoría, de acuerdo con la serie histórica¹⁷ del mes de junio (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de temperatura extremos históricos máximos por categoría y año de ocurrencia.

	Máxima		Mínima		Media	
	Año	T (°C)	Año	T (°C)	Año	T (°C)
1°	2021	31,5	2013	19,0	2013	22,5
2°	2017	31,0	1992	18,4	1996	22,2
3°	1995,2013	30,5	2014,2017,2019	18,0	1995	22,0
4°	2009,2020	30,0	2001	17,9	2001,2017	21,8
5°	2005	29,3	1994	17,2	2014,2020	20,8
	2023	29,5	2023	17,8¹⁸	2023	21,5

Además, se realizó un análisis de los valores de temperaturas más bajos registrados en cada categoría, de acuerdo con la serie histórica del mes de junio (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de temperatura extremos históricos mínimos por categoría y año de ocurrencia.

	Máxima		Mínima		Media	
	Año	T (°C)	Año	T (°C)	Año	T (°C)
1°	1996	8,7	2021	-8,3	1996	2,2
2°	2013	9,8	1996	-7,0	2011	4,5
3°	2000,2004,2016,2018	10,0	1994	-6,7	1994,1995	4,6
4°	2002	10,2	1995	-6,2	2001,2012	4,8
5°	2022	10,5	2017	-6,0	2017	5,1
	2023	15,6	2023	-4,0	2023	7,2

De la tabla 1 se puede mencionar que han ocurrido valores diarios que se encuentran entre los más altos en cada una de las categorías.

En cinco días la temperatura máxima diaria se ha encontrado por encima del umbral de los 25,0°C, siendo mayor al valor promedio (Figura 4).

En el actual mes se constató de la ocurrencia de cuatro “heladas meteorológicas”, es decir, la temperatura ha descendido por debajo de 0,0°C y ha sido registrada por un termómetro de mínima ubicado a 150cm de altura, al abrigo de una casilla meteorológica (Fig. 4). La primera helada meteorológica del año se registró el martes 17, siendo la fecha media de ocurrencia de

¹⁷ Serie histórica considerada para el análisis de las temperaturas extremas diarias: 1989-2022.

¹⁸ Valor tomado de estación automática para el día 04.

primera helada¹⁹ el 3 de junio (criterio de Pascale y Damario, 2004, citados en Fernandez Long *et al.*, 2016²⁰).

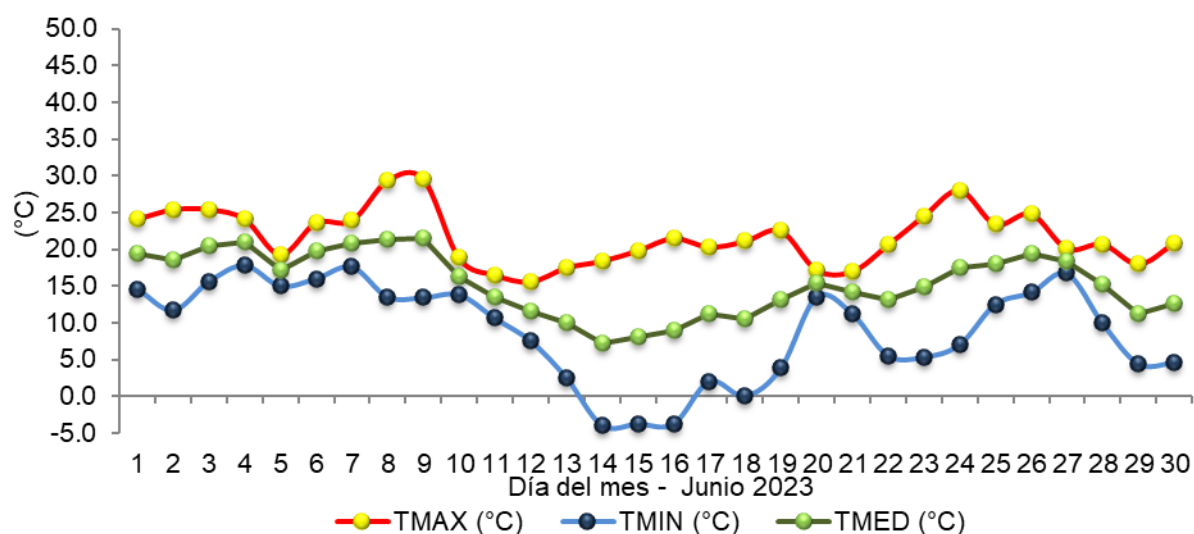


Figura 4. Valores diarios de temperatura para el mes de junio de 2023.

Los frutales de hoja caduca requieren de un período de reposo en la época invernal. Ese periodo de inactividad es un mecanismo que las plantas usan para proteger sus tejidos sensibles de las condiciones climáticas desfavorables²¹. Es aceptado generalmente que el inicio de la latencia ocurre alrededor de la senescencia de las hojas, en el otoño²² y para la salida de este, es necesaria una cantidad específica de frío invernal que depende de la especie y variedad/cultivar²³. Esta cantidad de frío se contabiliza como horas de frío acumuladas. El método “horas de frío” (denominado “*Chilling Hours*” en inglés) es utilizado ampliamente por ser de fácil comprensión e intuitivo²⁴ y considera el período de tiempo durante el cual la

¹⁹ Criterio de Pascale y Damario: la fecha de la primera helada queda conformada como el primer día juliano del año en el que se registra una helada, siempre y cuando la misma ocurra antes del día juliano 196 (15 de julio), de lo contrario, en ese año en particular no habrá ocurrido el evento. Luego se obtiene el promedio de todas las primeras fechas de cada año del periodo de datos 1991-2020. Para el particular de nuestra estación, siempre ha ocurrido la primera helada antes de esa fecha.

²⁰ Fernández-Long, M. E., Barnatán, I., Dominici, C., y Murphy, G. (2016). Información agroclimática de las heladas en la Argentina: generación y uso. *Meteorológica*, 41(2), 7-31.

²¹ Campoy, J. A., Ruiz, D., y Egea, J. (2011). Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: a review. *Scientia Horticulturae*, 130(2), 357-372. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.07.011>

²² Goeckeritz, C., y Hollender, C. A. (2021). There is more to flowering than those DAM genes: the biology behind bloom in rosaceous fruit trees. *Current opinion in plant biology*, 59, 101995. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2020.101995>

²³ Castède, S., Campoy, J.A., García, J.Q., Le Dantec, L., Lafargue, M., Barreneche, T., Wenden, B. y Dirlwanger, E. (2014), Genetic determinism of phenological traits highly affected by climate change in *Prunus avium*: flowering date dissected into chilling and heat requirements. *New Phytol*, 202: 703-715. <https://doi.org/10.1111/nph.12658>

²⁴ Luedeling, E. (2012). Climate change impacts on winter chill for temperate fruit and nut production: a review. *Scientia Horticulturae*, 144, 218-229.

temperatura se encontró entre los 0,0°C y los 7,2°C^{25 26 27}, ya que se considera que este rango de temperaturas afecta la finalización de la latencia. Mientras las temperaturas por debajo de 0°C no contribuyen debido a que los procesos biológicos son ralentizados o directamente no ocurren, las temperaturas por arriba de 7,2°C no se consideran lo suficiente mente bajas como para afectar la finalización de la latencia²⁸. Teniendo en cuenta los datos brindados por la estación meteorológica automática²⁹, durante el presente mes se acumularon aproximadamente **71,7 horas de frío**³⁰. Para igual mes del año 2022 el acumulado fue de 156,0 horas.

A continuación, se indica la duración de los periodos en que la temperatura se ha encontrado por debajo de los 0,0°C, de acuerdo con la base de datos de la estación meteorológica automática, para los días en que se han registrado heladas meteorológicas mediante termómetro de mínima ubicado en el abrigo meteorológico convencional a 150cm de altura (téngase en cuenta que la estación automática muestra registros medios de períodos de 15 minutos) (Tabla 3).

Tabla 3. Día de ocurrencia en el mes de junio, valor mínimo diario de temperatura, duración y período³¹ del tiempo durante el cual se han registrado temperaturas iguales o por debajo de 0,0°C a partir de los datos de la estación meteorológica automática.

Día	Registro mínimo (°C)	Duración (h:min)	Horario del período
14	-4,0	08:45	Desde las 00:30 hasta las 09:15
15	-3,8	09:30	Desde las 23:45 hasta las 09:15
16	-3,8	08:30	Desde las 00:45 hasta las 09:15
18	0,0	00:15	Desde las 08:15 hasta las 08:30

El promedio de días con este tipo de heladas en el mes de junio es de seis, no ocurriendo registros solamente en dos de los años de la serie, siendo quince días el número máximo contabilizados en el año 2008. El año pasado se contabilizaron seis heladas de esta clase para este mes en particular.

Para definir la intensidad de una helada, aplicamos el criterio indicado por Da Motta, 1961³², de acuerdo con el cual podemos indicar que ha ocurrido una helada clasificada como “suave” y dos heladas de intensidad “moderada” y un evento de intensidad “fuerte”.

²⁵ Bennett, J. (1949). Temperature and bud rest period: Effect of temperature and exposure on the rest period of deciduous plant leaf buds investigated. *California Agriculture*, 3(11), 9-12.

²⁶ Darbyshire, R., Webb, L., Goodwin, I., & Barlow, S. (2011). Winter chilling trends for deciduous fruit trees in Australia. *Agricultural and forest meteorology*, 151(8), 1074-1085. doi:10.1016/j.agrformet.2011.03.010

²⁷ Rahemi, A., Fisher, H., Dale, A., Taghavi, T., & Kelly, J. (2021). Bud dormancy pattern, chilling requirement, and cold hardiness in *Vitis vinifera* L. ‘Chardonnay’ and ‘Riesling’. *Canadian Journal of Plant Science*, 101(6), 871-885.

²⁸ Fadón, E., Herrera, S., Guerrero, B. I., Guerra, M. E., & Rodrigo, J. (2020). Chilling and heat requirements of temperate stone fruit trees (*Prunus* sp.). *Agronomy*, 10(3), 409.

²⁹ Contabilizando periodos de quince minutos en los cuáles el valor de temperatura mínima del periodo se encuentre dentro del rango umbral.

³⁰ Datos horarios faltantes durante las noches de los días 18 y 19

³¹ La hora de inicio corresponde al inicio del periodo de 15 minutos en que ocurre el descenso de la temperatura por debajo de los 0,0°C, mientras que el fin del periodo se indica por la hora del periodo en el cuál la temperatura ha ascendido por encima de los 0,0°C.

³² Da Motta, F. (1961). Geadas da primavera no Rio Grande do Sul. *Cir. Inst. Agron. S. Pelotas*. Brasil. Pág, 1-15.

Desde que el sol se esconde en el horizonte, la superficie del suelo deja de recibir energía, generando un balance negativo en el que sólo está perdiendo energía hacia la atmósfera, por lo que se empieza a enfriar y también las capas de aire inmediatamente encima de él. Se genera entonces un gradiente de temperatura del aire, en el que las capas bajas, cercanas al suelo se encuentran a menor temperatura que aquellas que están por encima. Por ello, en las capas de aire inferiores cercanas al suelo, durante las noches, los valores de temperaturas suelen ser menores a los registrados en la casilla meteorológica. Es así que podemos definir la ocurrencia de “heladas agrometeorológicas” o “heladas agronómicas” cuando la temperatura mínima en el abrigo sea menor o igual a 3,0°C (Tabla 4). Esto lo podemos registrar con el uso de un termómetro de mínima ubicado en intemperie a 5cm sobre la superficie del suelo, el que indica la mínima temperatura que se ha alcanzado durante la noche (temperatura mínima de radiación terrestre nocturna), no obstante, varios días en que los registros en el abrigo se han encontrado por debajo de 3,0°C no presentaron valores por debajo de 0,0°C en intemperie. El martes 13 de junio fue el primero del año en que la temperatura ha descendido por debajo del umbral arriba mencionado, con 2,5°C. La fecha media de ocurrencia de primera helada³³ de este tipo el 11 de mayo. La variabilidad de la fecha de primera helada ubica la ocurrencia de la primera helada entre el 25 de abril y el 27 de mayo, por lo que podemos indicar que el presente año tuvo un inicio tardío.

Tabla 4. Día de ocurrencia en el mes de junio, valor mínimo de temperatura registrado en abrigo meteorológico a 150cm de altura, registro de temperaturas mínimas nocturnas en intemperie por debajo de 0,0°C a 5cm sobre la superficie y, período del tiempo durante el cual se han registrado temperaturas por debajo de 3,0°C a partir de los datos de la estación meteorológica automática, a 150cm. S/D: sin dato.

Día	Registro mínimo en abrigo (°C)	Registro mínimo en intemperie a 5cm sobre superficie (°C)	Horario del período
13	2,5	0,5	Desde las 08:15 hasta las 09:00
14	-4,0	-5,7	Desde las 21:45 hasta las 09:15
15	-3,8	-5,1	Desde las 21:15 hasta las 09:30
16	-3,8	-5,4	Desde las 21:45 hasta las 09:30
17	2,0	S/D	Desde las 23:15 hasta las 08:30
18	0,0	S/D	Desde las 04:45 hasta las 09:00

De la Tabla 4 podemos indicar que han ocurrido seis “heladas agrometeorológicas” en el actual mes. El promedio de días con este tipo de heladas en el mes de junio es de diez, ocurriendo en todos los años, siendo veintiún días el número máximo contabilizados en los años 1988 y 2008. Para igual mes del año anterior se contabilizaron nueve heladas de esta clase.

Un análisis de los valores de temperaturas medias diarias fue realizado (Figura 5). Se tuvo en cuenta solamente el valor medio absoluto más alto y el más bajo para cada día con su correspondiente valor medio, considerando el periodo total de la serie histórica. A su vez se indica el valor de temperatura media diario del corriente año.

³³ Obtenido por promedio de todas las primeras fechas de cada año en que el valor de temperatura fue menor o igual a 3,0°C, del periodo de datos 1989-2019.

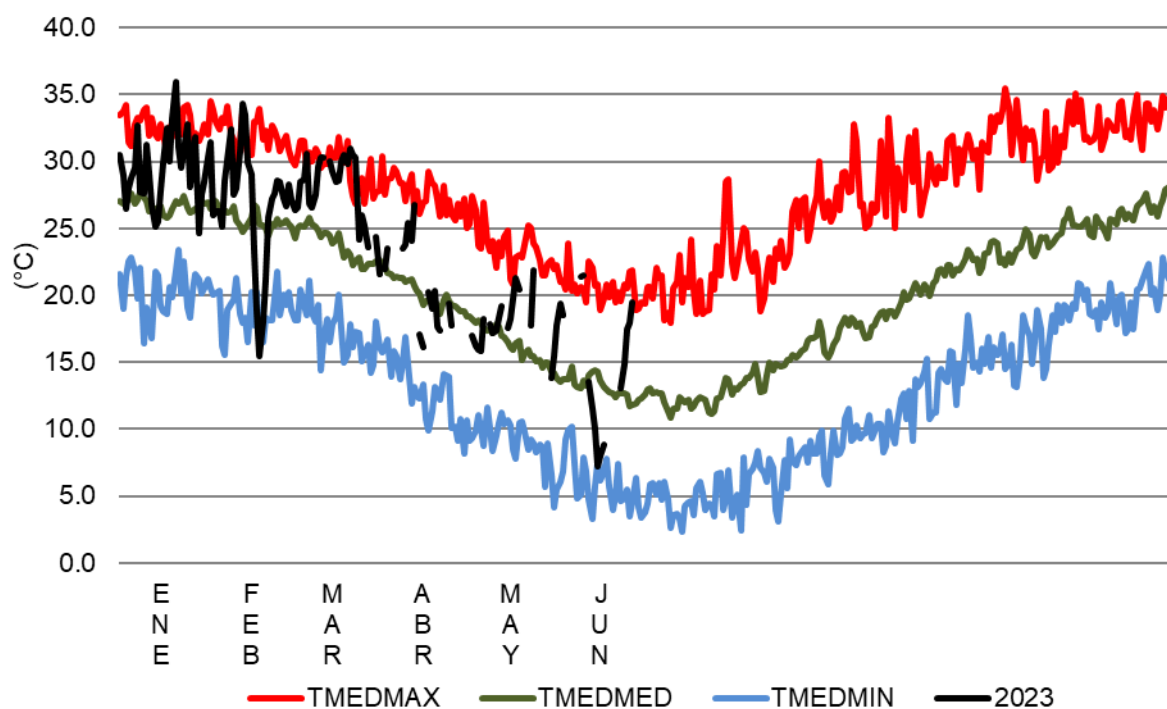


Figura 5. Valores de temperatura media: absoluta máxima, absoluta mínima y valor medio (serie 1991-2020), expresados en forma diaria y, valor de temperatura medio diario del presente año.

Los Grados Días de crecimiento son un indicador, basado en la temperatura del aire, que es empleado para evaluar el crecimiento, el desarrollo y la madurez del cultivo³⁴. Es una medida de la acumulación de calor, utilizada para predecir las tasas de desarrollo de plantas y plagas, como por ejemplo la fecha en que un cultivo alcanza la madurez. En ausencia de condiciones extremas como la sequía o una enfermedad, las plantas crecen de forma gradual y acumulativa, lo que está fuertemente influenciado por la temperatura ambiente. Se definen (entre varios métodos de cálculo) como la temperatura media diaria (promedio de las temperaturas máximas y mínimas diarias) por encima de un cierto umbral de temperatura base, acumulada diariamente durante un período de tiempo. Estas temperaturas dependen de la fase de desarrollo, no obstante, a los fines del presente, se ha definido solo una, independientemente del estado fisiológico.

Para el cultivo de trigo se han acumulado 196,2, 109,4 y 154,5 grados días (temperatura base: 0,0°C³⁵) en cada una de las tres décadas respectivamente, totalizando 460,1 grados días³⁶ para el mes de julio. En el caso del cultivo de cebolla se emplea como temperatura base 5,9°C³⁷ contabilizando de esta forma 137,2, 50,4 y 95,5 grados días en cada una de las tres décadas

³⁴ Mavi, H. S. & Tupper, G. J. (2004). Chapter 3. Environmental Temperature and Crop Production. In: *Agrometeorology: principles and applications of climate studies in agricultura* (pp43-68). CRC Press.

³⁵ INTA. Estimación de la distribución espacial de la incidencia de la fet (fusarium de la espiga de trigo) en la región pampeana para la campaña 2012/13. 2013. En: *Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno, campaña 2013*. Publicación Miscelánea N° 125. INTA–Estación Experimental Agropecuaria Rafaela., pp 63-67.

³⁶ Empleando los datos combinados de la estación meteorológica y convencional aclarados en la nota al pie N° 1.

³⁷ Brewster, J. L. 2008. Chapter 4: Physiology of crop growth. *Onions and other Vegetable Alliums*. (2nd ed.), Vol. 15, CAB International, North America.

respectivamente, con iguales aclaraciones del cálculo mencionadas, lo que logra un acumulado mensual de 283,1 grados días.

PRECIPITACIÓN

No se registró precipitación al igual que en otros doce años de la serie³⁸ para el presente mes.

En la Figura 6 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de cada uno de los meses de junio de la serie de datos histórica de precipitación mensual acumulada (1981-2023) respecto al promedio.

Los valores extremos de precipitación acumulada mensual a lo largo de la serie histórica para el presente mes son de 0,0mm como valor mínimo y 74,8mm como valor máximo.

Considerando que las precipitaciones son un fenómeno discontinuo temporal y espacialmente, una mejor descripción se obtiene con el uso de la Mediana, que es una medida estadística de posición central de los datos, informándonos un valor que indica que existe un número igual de datos inferiores y superiores a este valor. Para el caso del mes de junio, dicho valor es de 2,8mm. Relacionado a esto, el actual mes presentó un comportamiento “inferior al normal”.

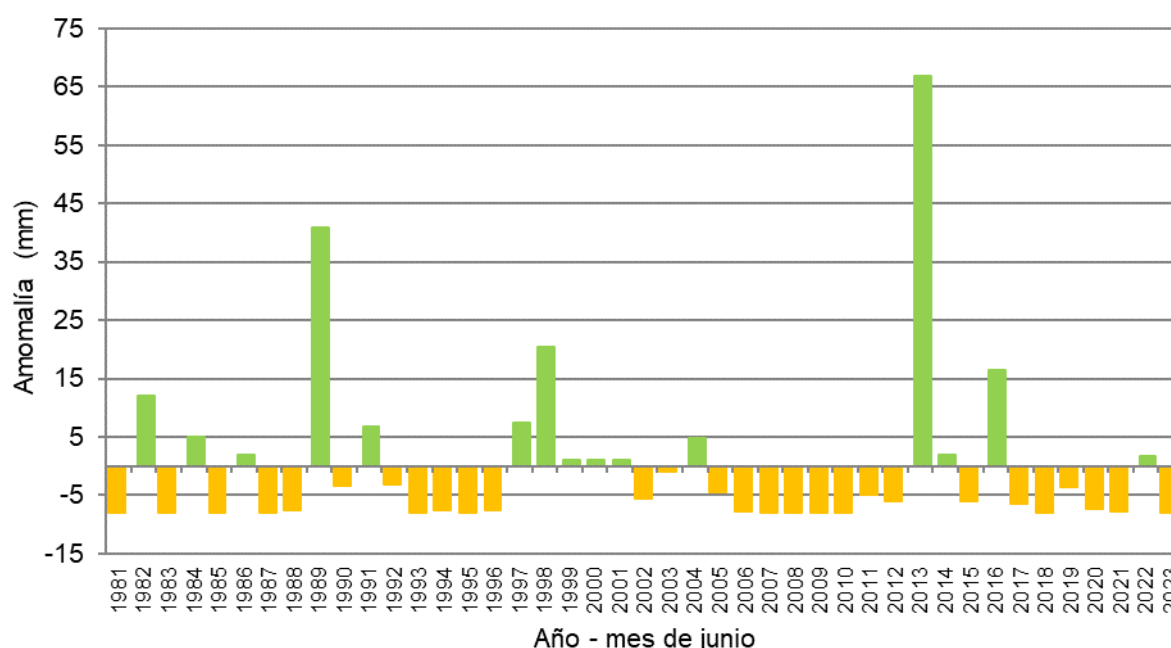


Figura 6. Anomalía de precipitación mensual (mm) para el mes de junio. Serie histórica (1981-2020).

³⁸ Serie histórica considerada para el análisis de las precipitaciones mensuales: 1981-2020.

Se analizaron los valores de precipitación máximos registrados en un día pluviométrico³⁹, de acuerdo con la serie histórica del mes de junio (Tabla 5).

Tabla 5. Valores máximos históricos de precipitación diaria⁴⁰ para el mes de junio.

	Año	mm
1°	2013	64,0
2°	1989	28,3
3°	1999	17,0
4°	2016	10,0
5°	1998	09,0

Como valor acumulado de precipitación en la campaña, el valor acumulado versus el acumulado histórico presentó un ligero déficit, de alrededor del 10%.

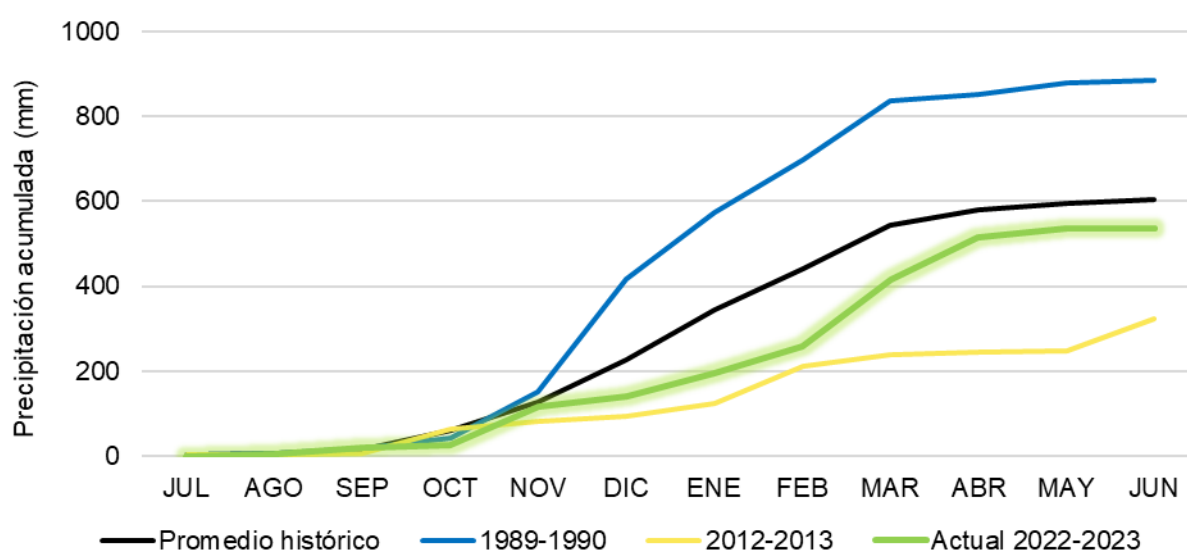


Figura 7. Valores de precipitación acumulada en año agrícola. Se presenta el promedio (línea negra) de la serie “La María” (1981-2020), además, aquellas campañas en las cuales se observaron los máximos (línea azul) y mínimos (línea amarilla) de precipitación acumulada total y, valor acumulado actual (línea verde), desde julio de 2022 a junio del 2023.

El valor acumulado promedio hasta el mes de junio es de 600mm con un valor de 574mm, siendo el acumulado actual, desde julio de 2022 a junio del 2023, de 535,8mm.

En la Figura 6 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de la precipitación acumulada en cada campaña desde julio a junio, respecto al promedio de la serie de datos histórica (1981-2020).

³⁹ Día pluviométrico: entiéndase como tal al valor de precipitación acumulado desde las 09:01 horas de un día, hasta las 09:00 horas del día siguiente, adjudicando dicho valor al primer día.

⁴⁰ Serie histórica considerada para el análisis del valor máximo de precipitación acumulada en un día pluviométrico: 1989-2022.

Ordenando de menor a mayor las campañas agrícolas por sus valores de precipitación acumulada, desde el mes de julio hasta el mes de junio del año siguiente, dejan a la actual campaña en la novena posición (de 42 años), ordenados los acumulados de manera ascendente.

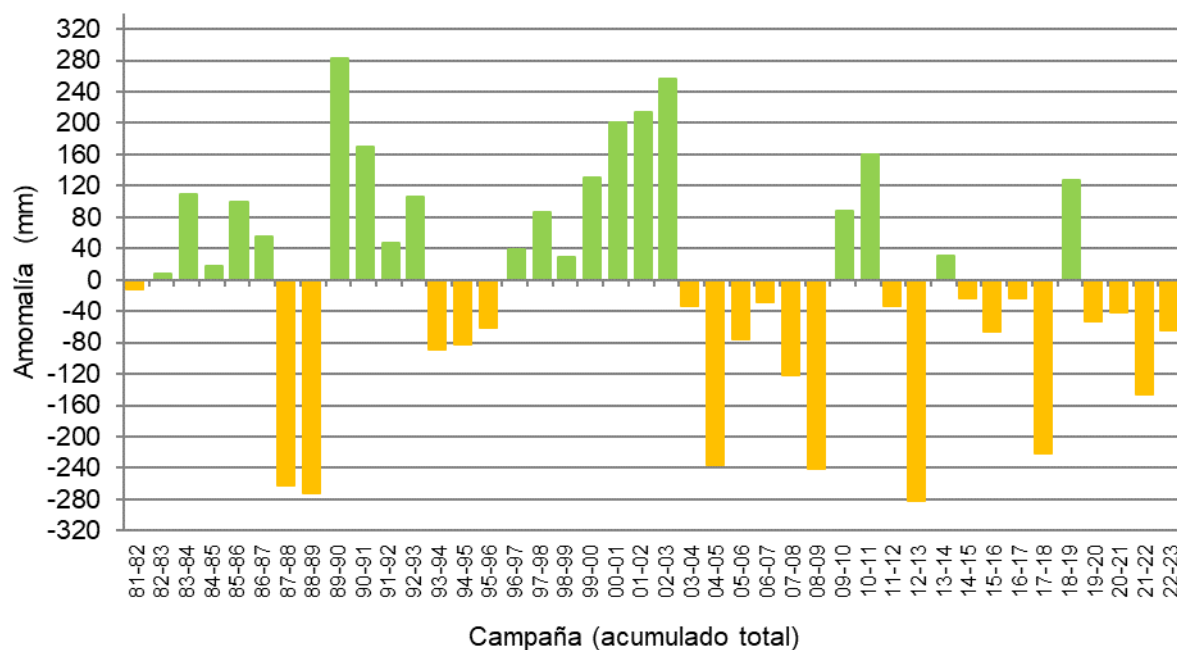


Figura 8. Anomalia de precipitación acumulada (mm) desde julio a junio de cada campaña agrícola. Serie histórica (1981-2020).

INSOLACIÓN

Durante el mes se han acumulado 81,6⁴¹ horas de heliofanía efectiva⁴², el valor promedio de la serie⁴³ para el presente mes es de 135 horas. Expresado como heliofanía relativa⁴⁴, el presente mes presentó un valor promedio del 38%⁴⁵.

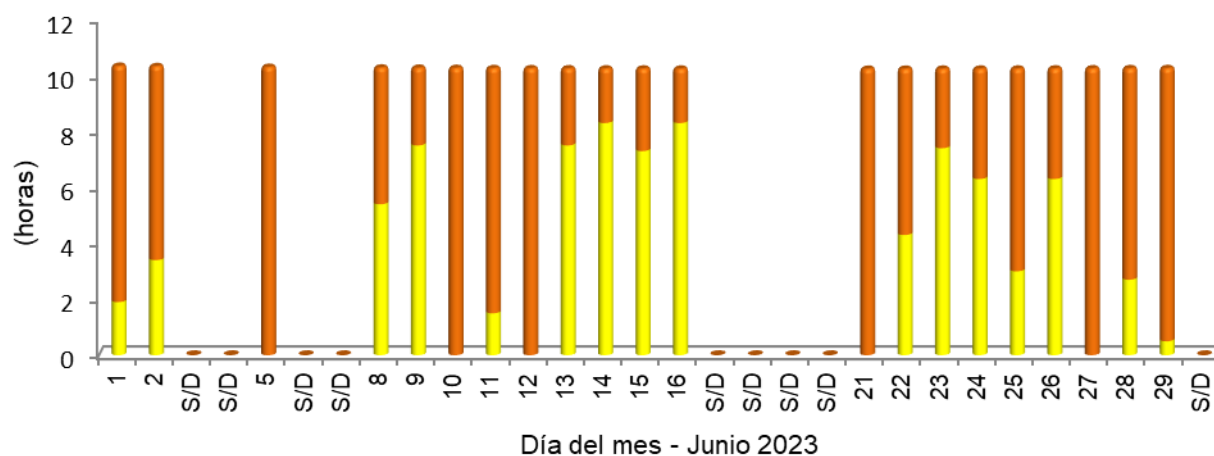


Figura 9. Valores de heliofanía efectiva con relación a la heliofanía teórica astronómica para cada día, expresados en horas y décimos de hora, registrados mediante un heliofanógrafo tipo Campbell-Stokes.

Viento

Los valores de viento medio diario⁴⁶ se tomaron a partir de un anemómetro cuentavueltas totalizador, mientras que el valor de viento máximo⁴⁷ se obtuvo a partir de los datos generados por la estación automática (Figura 10), ambos tomados a una altura de dos metros sobre el nivel del suelo.

El valor mensual medio fue de 3,7 km/h⁴⁸, similar al valor medio de la serie.

El valor de viento máximo diario más alto del mes fue de 33,8km/h, registrado en la siesta del día 08, proviniendo desde la dirección Noreste.

⁴¹ Nótese que faltan registros de nueve días.

⁴² Heliofanía efectiva: período de tiempo (expresado en horas y décimos de hora) durante el cual el lugar de observación ha recibido radiación solar directa (es decir, que no ha sido interceptada por obstáculos) y que ha sido, además, registrada por el instrumental de medición.

⁴³ Serie de referencia para horas promedio mensual de insolación: 1989-2014

⁴⁴ Heliofanía relativa: relación entre la heliofanía efectiva con respecto a la heliofanía teórica astronómica.

⁴⁵ Valor calculado en bases a días con datos de heliofanía.

⁴⁶ Viento medio diario: cifra correspondiente al valor de viento promedio producto de la diferencia entre los valores observados en el visor del anemómetro cuentavueltas totalizador entre dos observaciones de días consecutivos, efectuadas a las 09:00h.

⁴⁷ Viento máximo: valor de velocidad máxima monitorizado por un elemento registrador, expresado en este caso en función del día civil.

⁴⁸ Con la faltante de datos de dieciséis días.

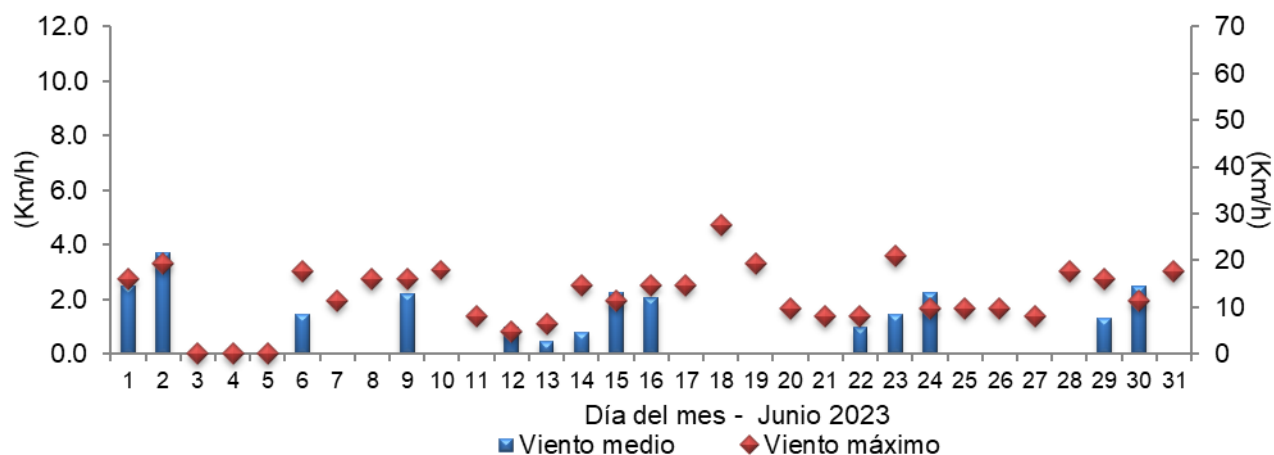


Figura 10. Valores de viento promedio diario a partir de anemómetro y, valor del viento máximo diario registrado por estación meteorológica automática.

En relación con la dirección del viento, se analizaron los datos a partir de la información generada por la estación automática. Se tomó en cuenta la velocidad media (km/h) en períodos de 15 minutos, con su correspondiente dirección prevalente para cada periodo. Se agruparon las direcciones prevalentes provenientes de los 2.880 períodos que componen al mes, como porcentaje del total y, a su vez la proporción de cada intervalo de velocidad en cada uno de los 16 rumbos⁴⁹ posibles de orientación de la dirección del viento. Se registró un 68% de períodos con viento en calma, es decir, velocidades medias iguales a 0,0km/h. La figura fue confeccionada mediante el lenguaje R⁵⁰, con el empleo del paquete “Open Air”⁵¹ (Figura 11).

⁴⁹ Direcciones posibles desde donde provienen los vientos: Norte (N), Nornoreste (NNE), Noreste (NE), Estenoreste (ENE), Este (E), Estesudeste (ESE), Sudeste (SE), Sursudeste (SSE), Sur (S), Sursudoeste (SSW), Sudoeste (SW), Oestesudoeste (WSW), Oeste (W), Oestenoroeste (WNW), Noroeste (NW), Nornoroeste (NNW).

⁵⁰ R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

⁵¹ Carslaw, D. C. & K. Ropkins (2012). Openair - an R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software*. Volume 27-28, 52-61.

Junio 2023

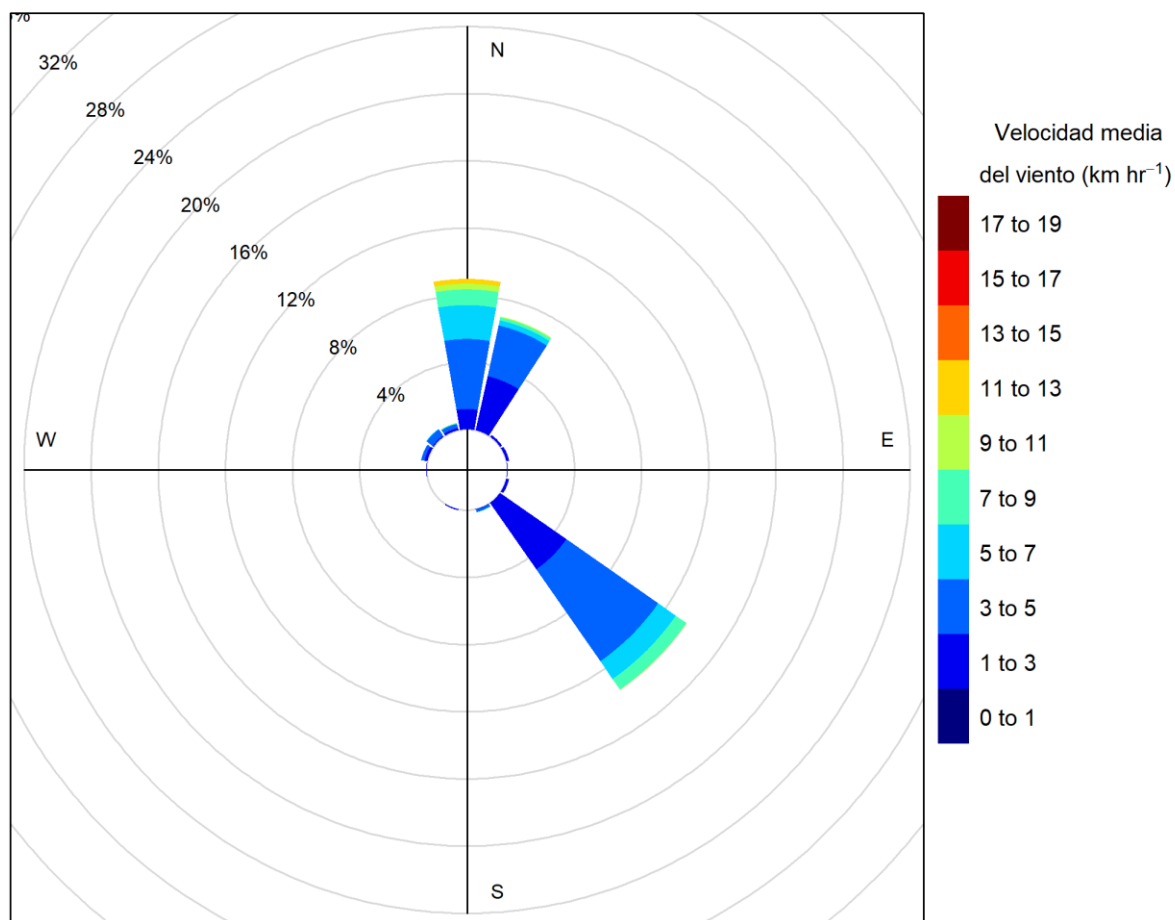


Figura 11. Porcentaje de la dirección del viento prevalente y porcentaje de cada intervalo de velocidad en cada una de las direcciones del viento para el mes de junio de 2023.

La dirección prevalente del viento fue desde el sector Sudeste en 391 periodos seguido por el sector Norte con 258 períodos y el Nornoreste con 200. La mayor proporción de velocidades se encontraron en el rango de 3 a 5km/h. El periodo con vientos medios más fuertes fue de 12,9km/h, desde la dirección Norte, para el día 13.

Humedad

La humedad relativa ambiente media del mes fue de 69%⁵², inferior al valor medio del presente mes. En la Figura 12 se muestran los valores de humedad relativa (HR) expresados como porcentaje. La HR media se tomó como el promedio trihorario de las observaciones diarias⁵³. Los valores extremos diarios fueron tomados del registro de datos de la estación automática.

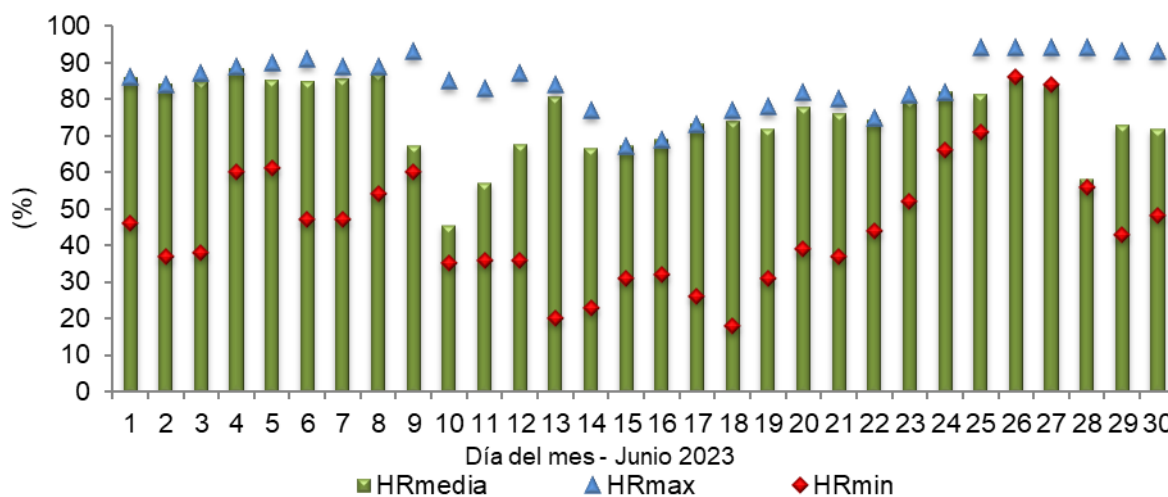


Figura 12. Valores diarios de humedad relativa (%).

El promedio de humedad relativa ambiente máxima diaria es del 85%, mientras que el promedio de valores mínimos diarios es del 45%.

El valor medio de humedad relativa fue mayor al valor medio en la primera y tercera década (Figura 13).

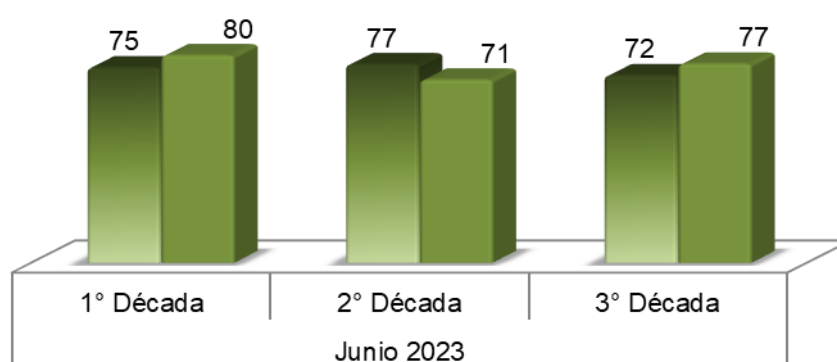


Figura 13. Valores medios de humedad relativa (%) agrupados por décadas para el mes de junio. Referencias: colores: degradados (junio serie 1989-2014), colores uniformes (junio 2023).

⁵² Con datos combinados con la estación automática para las horas y días en que estos faltan de la estación convencional (con excepción de los días 08, 09, 12, 13, 16, 21, 26 y 29).

⁵³ Promedio trihorario: para estaciones del tipo climáticas se tiene en cuenta los valores de los parámetros registrados a las 09:00, 15:00 y 21:00 horas, de acuerdo con la Hora Oficial Argentina (UTC/GMT -03:00).

En la Figura 14 se muestra la duración en horas expresadas como porcentaje del tiempo diario en que se registraron valores de humedad relativa ambiente dentro de cada clase de clasificación.

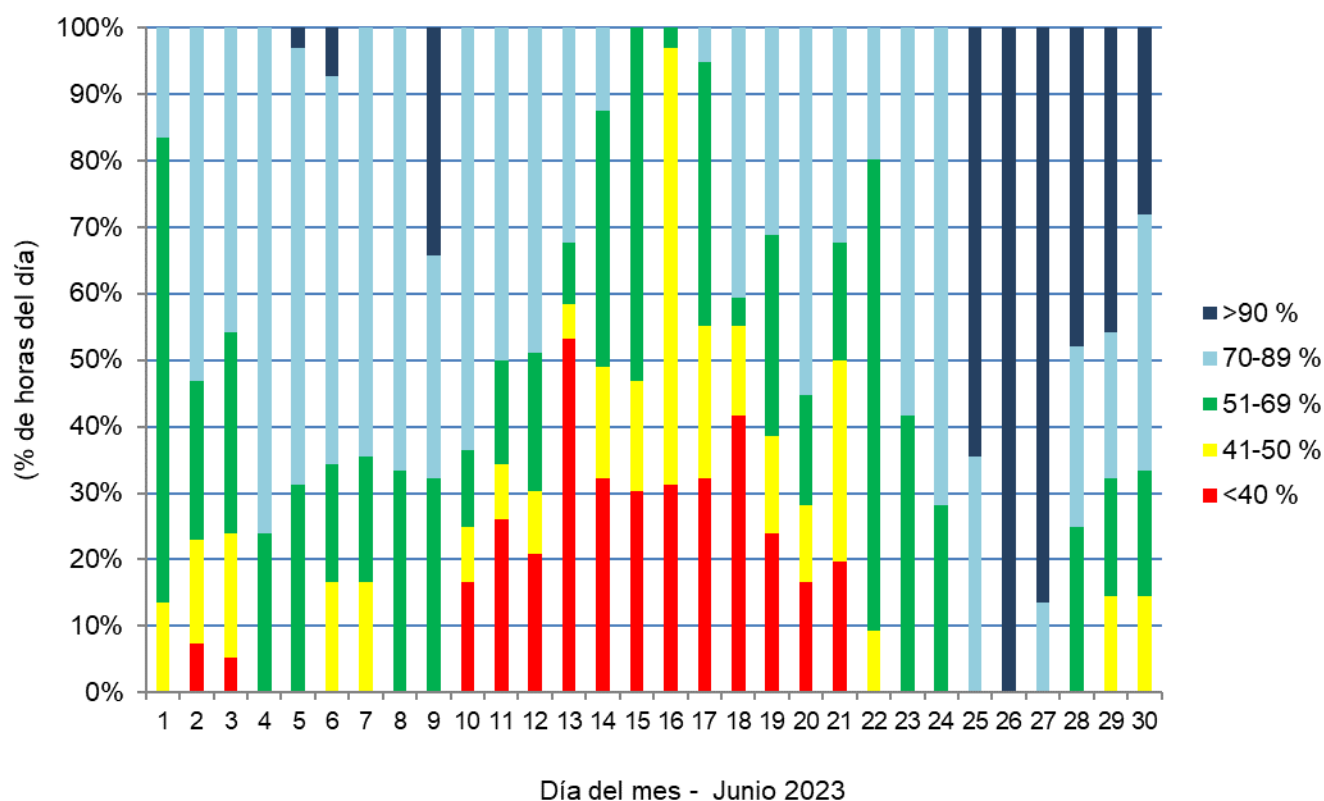


Figura 14. Duración horaria expresada como porcentaje del día para cada intervalo de humedad observado, en base al registro de la estación automática.

Se analizó el porcentaje de horas totales del actual mes que estuvieron dentro de cada intervalo en las que se dividió el registro de humedad (Figura 15).

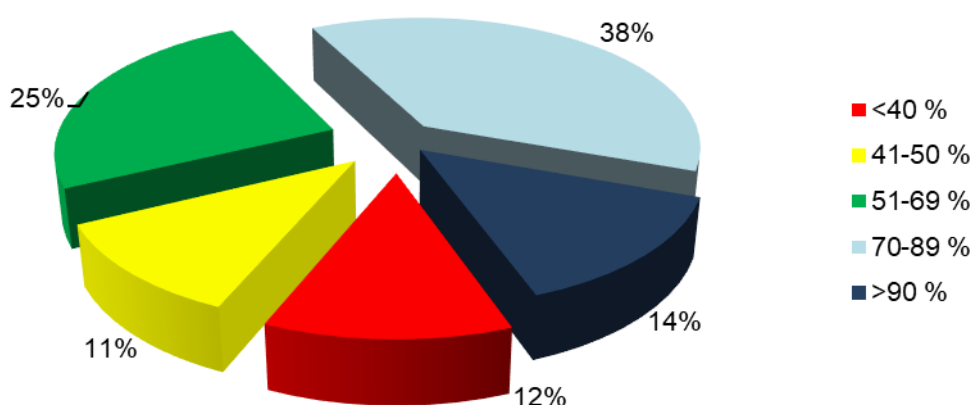


Figura 15. Horas totales mensuales expresadas como porcentaje de los diferentes rangos de humedad.

En el transcurso del mes, se han contabilizado 100 horas con humedad relativa ambiente por encima del 90% (209 horas le correspondían a esta categoría el mes pasado),

mientras que fueron 86 horas con humedad relativa por debajo del 40% (01 hora fue el registro del pasado mes de mayo).

Temperatura media del suelo

La temperatura del suelo influye fuertemente los procesos biológicos que ocurren dentro de este, como la germinación de la semilla, la emergencia y crecimiento de las plántulas y el desarrollo de las raíces⁵⁴. Suelos cálidos promueven una emergencia uniforme y un rápido desarrollo de los cultivos en los estados iniciales.

Se muestra a continuación el valor medio de temperatura de suelo a 10cm de profundidad tanto como valor anotado en la observación de las 09:00 horas, así como también el promedio trihorario⁵⁵ calculado de las observaciones diarias. Además, se agrega la evolución del valor de la temperatura del suelo a 10cm de profundidad promedio de los registros a las 09:00h para cada día del mes a partir del conjunto de datos de la serie 2010-2021 (Figura 16).

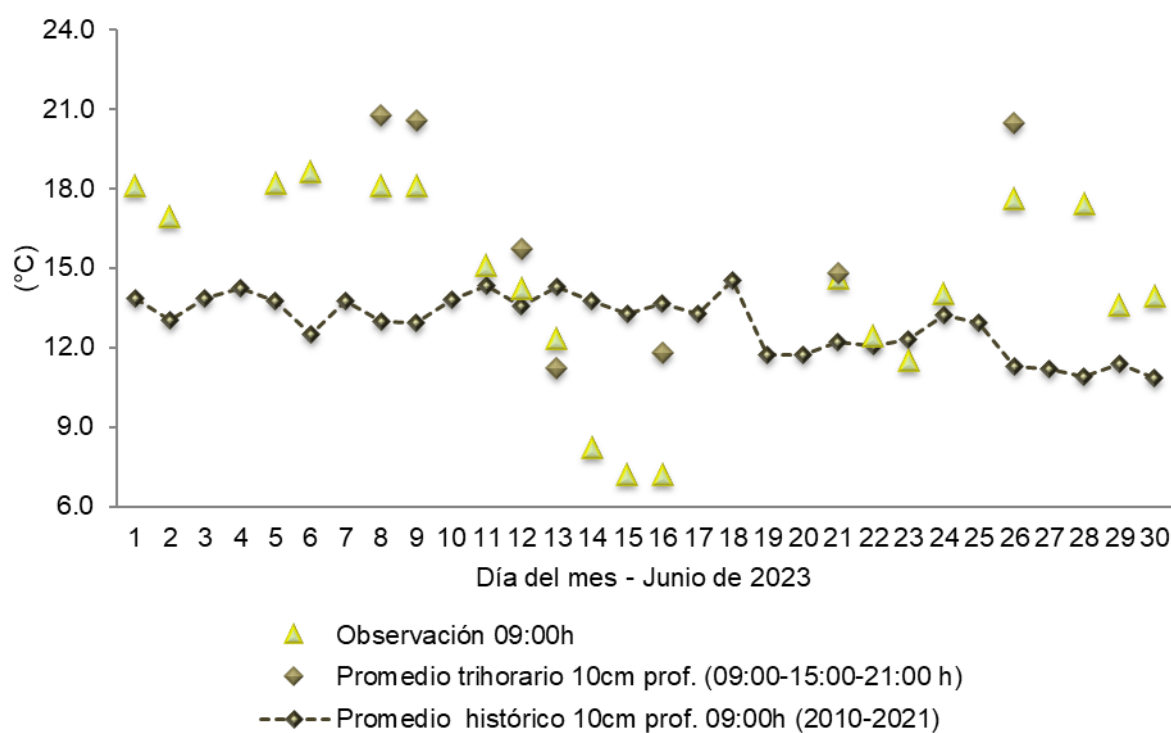


Figura 16. Valor de temperatura de suelo a las 09:00h suelo a 10cm bajo la superficie, valores medios trihorarios de temperatura de suelo a 10cm bajo la superficie. S/D: sin dato.

⁵⁴ Hillel, D., 2005: Thermal properties and processes. In: *Encyclopedia of Soils in the Environment*. D. Hillel, J.H. Hatfield, D.S. Powlson, C. Rosenzweig, K.M. Scow, M.J. Singer, & D.L. Sparks, Eds., vol. 4. Elsevier/Academic Press, pp. 156-163.

⁵⁵ Promedio trihorario: para estaciones del tipo climáticas se tiene en cuenta los valores de los parámetros registrados a las 09:00, 15:00 y 21:00 horas, de acuerdo con la Hora Oficial Argentina (UTC/GMT -03:00).

Evapotranspiración

Evapotranspiración potencial es un parámetro climático que expresa el poder de evaporación de la atmósfera. Los principales parámetros meteorológicos que afectan a la evapotranspiración son la radiación, la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del viento. Se han desarrollado varios procedimientos para evaluar la tasa de evaporación a partir de estos parámetros, expresándose mediante la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET₀)⁵⁶.

Los valores de evapotranspiración potencial fueron calculados a partir de los datos de la estación convencional para los días sin faltantes. Si se emplean los datos de la estación automática de temperatura, humedad y radiación para los días faltantes (no los valores medio de viento), aplicando la ecuación de Fao-Penman Monteith, se acumula una evapotranspiración potencial de 143,4mm en este mes (Figura 17).

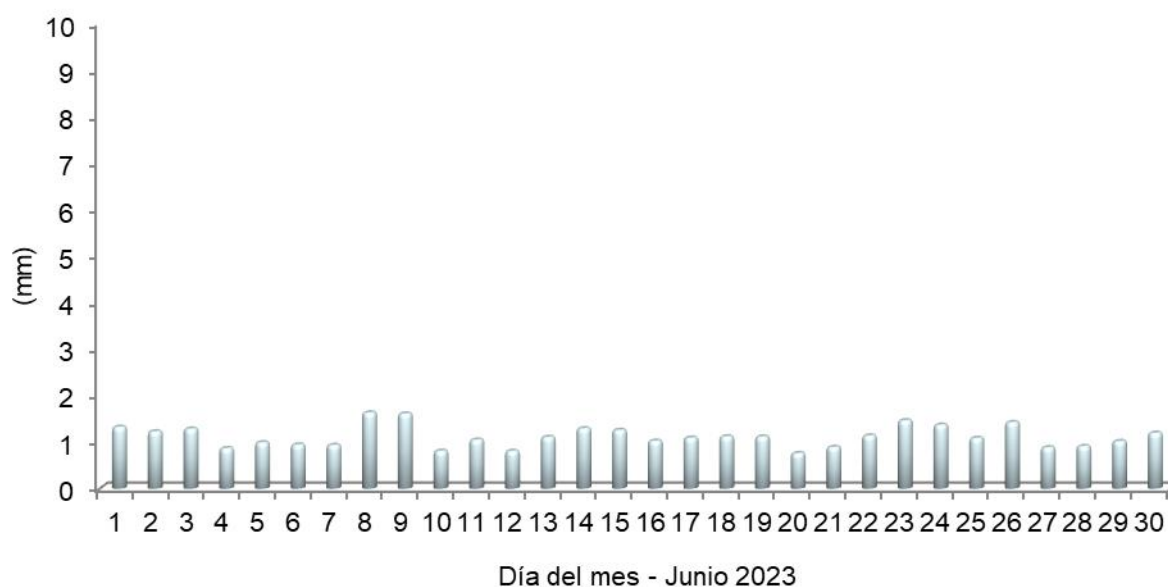


Figura 17. Valores diarios de evapotranspiración. Método Fao-Penman Monteith

Agradecemos la colaboración de los Srs. **Herrera O.W.**, **Roldán H. M.** y **Andrada R. A.**

quienes permiten dar continuidad en la toma de los datos de la estación convencional;

a los Srs. **Rufail J.E.** y **Salinas G.** del área de informática por dar soporte a los sitios web

y, a **Gomez C.E.A.** del área de comunicación.

⁵⁶ Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. *Fao, Rome, 300(9)*, D05109.

Mapas provinciales

En primera instancia se muestran los mapas provinciales en los que se reflejan el comportamiento de la distribución de la precipitación acumulada mensual (figura 18), así como también un mapa mostrando la anomalía porcentual de la precipitación (figura 19). El mismo análisis se realizó para el período correspondiente a los tres últimos meses en conjunto (figuras 20 y 21).

Todos fueron generados mediante software libre QGIS®⁵⁷, empleando el método de interpolación Distancia Inversa Ponderada (IDW por sus siglas en inglés).

La información corresponde a la combinación de datos obtenidos de estaciones meteorológicas convencionales pertenecientes a:

- ❖ I.N.T.A.: Campo Anexo Ing. Agr. Francisco. Cantos (ex La María).
- ❖ Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.): Aeródromos de Santiago del Estero, Termas de Río Hondo, Ceres y Villa de María del Río Seco.

Se agregan además puntos pluviométricos convencionales pertenecientes a productores colaboradores (Reineri: Vta. de la Barranca, Udema: Bandera y Bandera RP42).

Se emplean también estaciones automáticas Davis® y Nimbus THP pertenecientes a la red I.N.T.A. de las Estaciones Experimentales Agropecuarias de Santiago del Estero, Quimilí, Las Breñas y Sáenz Peña. Además de puntos pluviométricos (Tomas Young y RN98 Puente, Puig M.; Tomas Young RP13, Puig V.; Averías RP21, Guzmán H.; Bandera RP13, Ledesma L.; Gdia. Escolta, Pistarelli J. P.; Añatuya, Tamer A.) cuyos datos son recolectados por el Ing. Puig⁵⁸ de la A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimilí). Además, se suman los datos obtenidos por la sección de Agrometeorología perteneciente a la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (E.E.A.O.C.) de la provincia de Tucumán (El Charco, Monte Redondo, Rapelli, Javicho, Viclos, Taco Ralo, Isca Yacu, Pozo Hondo, El Bobadal, Los Pereyra y Nueva Esperanza), los datos de la red meteorológica provincial del Ministerio de Producción de Chaco (General Pinedo y El Palmar) y los de la red de estaciones meteorológicas del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba (San Francisco del Chañar y La Rinconada), estas dos últimas a través de estaciones automáticas Omixom®.

Los mapas generados también pueden visualizarse y ser descargados en el portal del Sistema de Información Territorial de Santiago del Estero (SITSE):

➦ <http://sitse.geointa.inta.gob.ar/documents>

⁵⁷ QGIS Development Team (2014). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

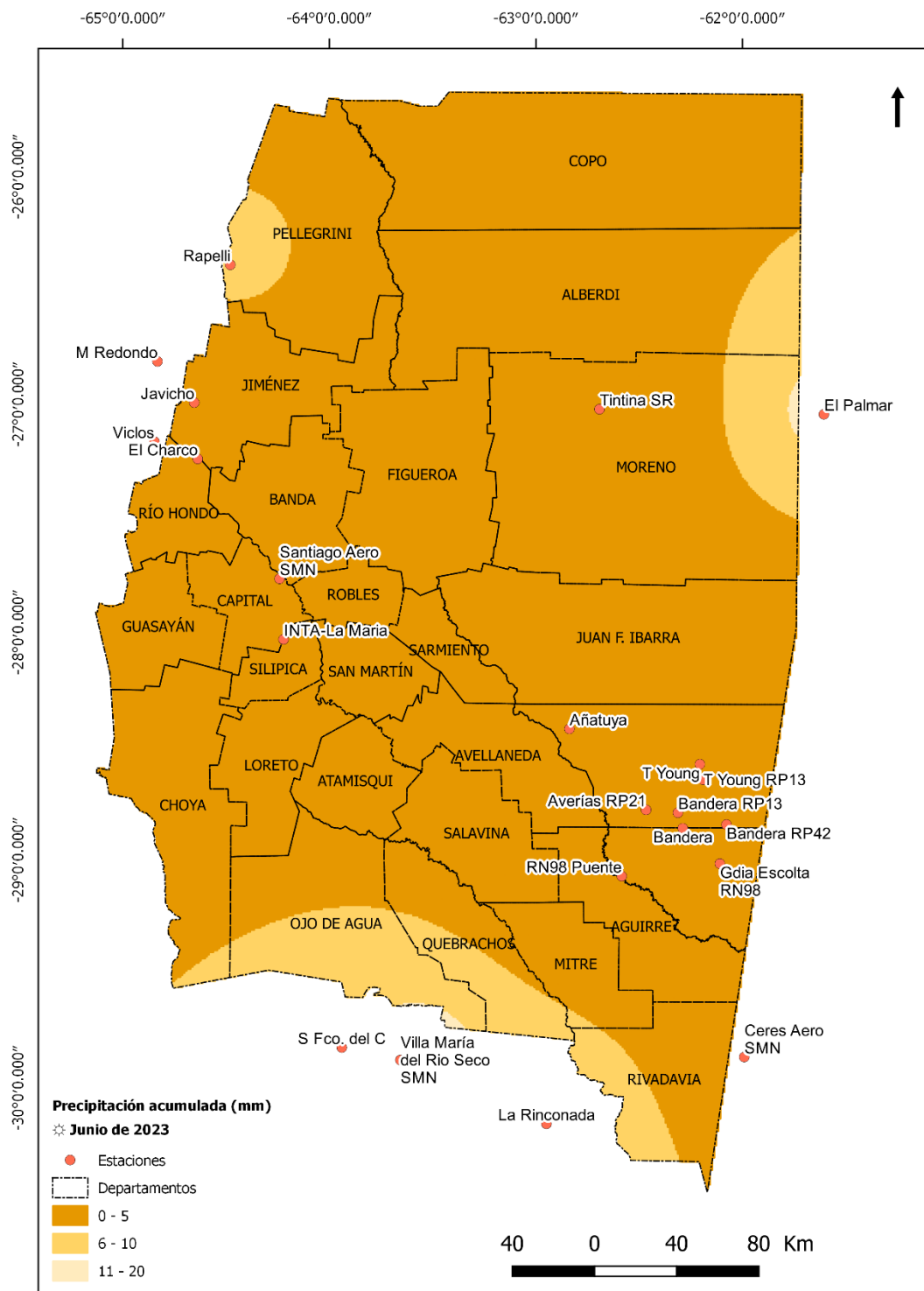
⁵⁸ Conforman la red las seis agencias de extensión de la EEA Quimilí, productores, empresas, instituciones y organizaciones de las diferentes zonas, aportando en forma remota los registros de cada evento para la carga de una base datos para su posterior análisis, y construcción de mapas para la interpretación de distribución y de anomalías pluviométricas. Ver más en:

<https://inta.gob.ar/noticias/inta-quimili-puso-a-funcionar-su-red-pluviometrica-del-este-santiago>

En base a los datos de las estaciones o puntos pluviométricos confiables a los que se accedió, las precipitaciones variaron desde aquellas en que no se ha registrado valor alguno hasta menos de 10mm en Capital. En el noreste Rapellí sumó menos de 8mm y en el sudeste, Bandera RP42 solo 3mm. La Rinconada en el norte de la provincia de Córdoba y Ceres SMN fueron los valores más altos usados en la interpolación, entre 15mm y 20mm (Figura 18).

Si lo analizamos como anomalía porcentual (Figura 19), durante el mes de junio, los déficits marcados se evidenciaron en el en todo el territorio, rondando el 80% en el sector sudeste. La escasez de puntos empleados para la presente interpolación no permite una buena aproximación de la condición acaecida en la mayor parte del territorio

Visualmente pueden no apreciarse los valores puntuales de las estaciones en el mapa debido a la forma en la que trabaja el algoritmo de interpolación empleado para su confección, que tiende a suavizar los valores, especialmente los extremos. La reducción en el número de estaciones automáticas tenida en cuenta para la confección de los mapas se debe a inconvenientes técnicos con los sistemas de registro y la consecuente pérdida de datos o, a fallas en la transmisión de la información por parte de estas, no permitiendo el acceso al dato al momento de la confección del presente informe.



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimilí); Servicio Meteorológico Nacional; Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, provincia de Tucumán; Ministerio de Producción, provincia de Chaco; Ministerio de Agricultura y Ganadería, provincia de Córdoba; productores colaboradores. Sistematización de datos y mapeo: Nelson J. Domínguez y Howard van Meer. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero - INTA. Método de interpolación: IDW.

Sistema de Información Territorial de Santiago de Estero
 Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero
 Centro Regional Tucumán-Santiago del Estero

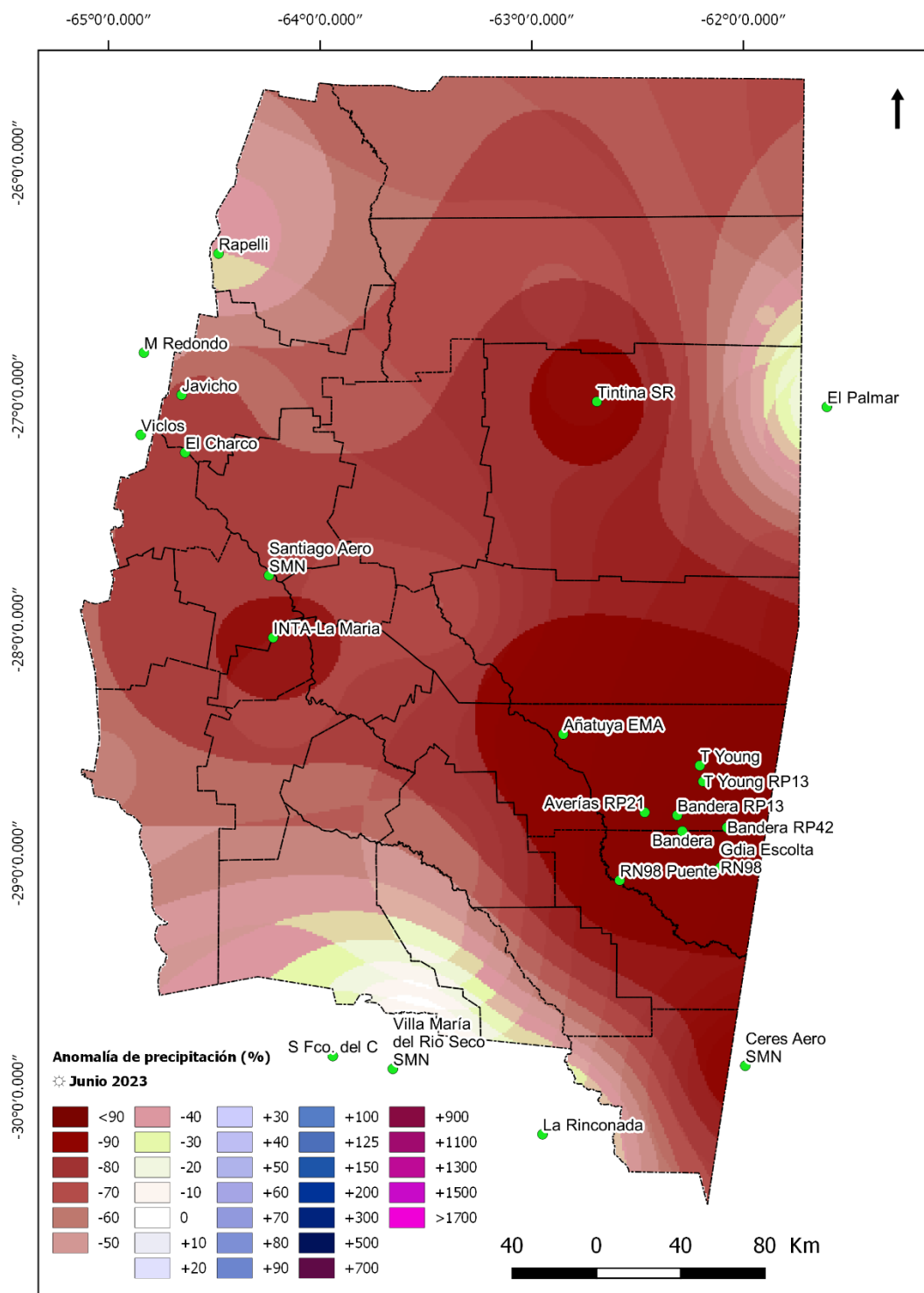


Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía Argentina

Figura 18. Precipitación acumulada (mm) observada durante junio de 2023.



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; A.E.R.Bandera (EEA Quimili); Servicio Meteorológico Nacional; Ministerio de producción, provincia de Chaco; Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, provincia de Tucumán; MAyG, provincia de Córdoba productores colaboradores. Sistematización de datos y mapeo: Nelson J. Dominguez y Howard van Meer. E.E.A.S.E. - INTA. v3.0. Método: IDW.

Sistema de Información Territorial de Santiago del Estero
 Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero
 Centro Regional Tucumán-Santiago del Estero



Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía Argentina

Figura 19. Anomalia de precipitación (%) registrada durante junio de 2023.

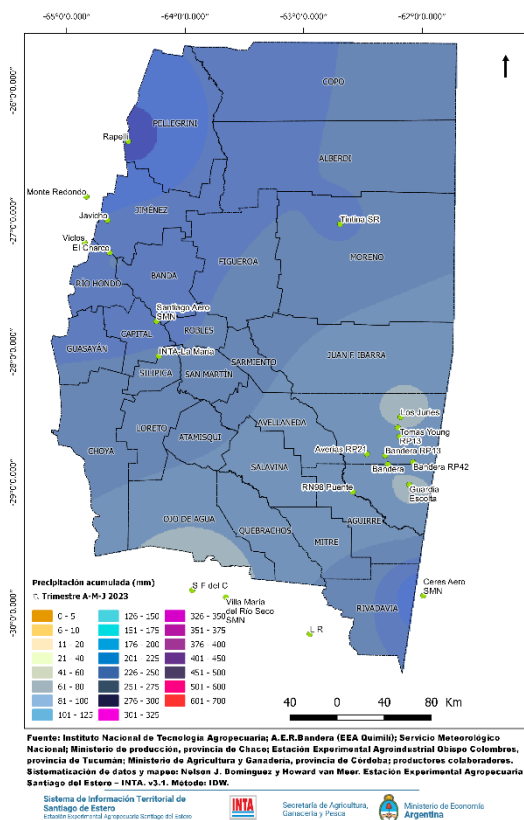


Figura 20. Precipitación acumulada (mm) entre abril y junio de 2023.

Las lluvias acumuladas durante el trimestre abril-mayo-junio de 2023 (Figura 20) variaron desde los 50mm en cercanías de Guardia escolta hasta los 198mm en Rapelli. En INTA-La María se contabilizaron 120,6mm; ligeramente menor a lo registrado en el aeródromo de la ciudad Capital. Hacia el sudeste los valores variaron entre lo indicado previamente y 109mm en “Bandera RP42”, por su parte. En el Noroeste los valores variaron entre lo indicado para Rapelli y los 104mm en El Charco. No obstante, esto solo tiene en cuenta la interpolación a partir pocos puntos, es necesario contar con una mejor densidad de registros confiables que presenten continuidad en el tiempo para lograr una mayor representatividad de lo acontecido.

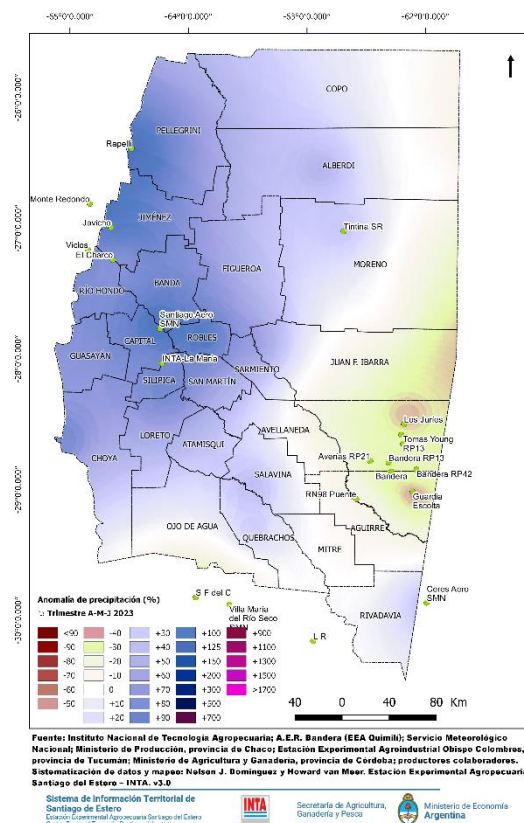


Figura 21. Anomalía de precipitación (%) entre abril y junio de 2023.

Si analizamos el valor acumulado trimestral con relación al valor promedio histórico para igual periodo de tiempo, podemos apreciar que toda la provincia presentó anomalías negativas que en el oeste provincial las anomalías positivas alcanzaron el 75%-100%. Por otro lado, en el sudeste se presentaron anomalías negativas de hasta un 40%. Las restantes áreas en que no se cuentan con fuente de datos en esas franjas, la confiabilidad de la representación es baja (Figura 21).

Focos de Calor

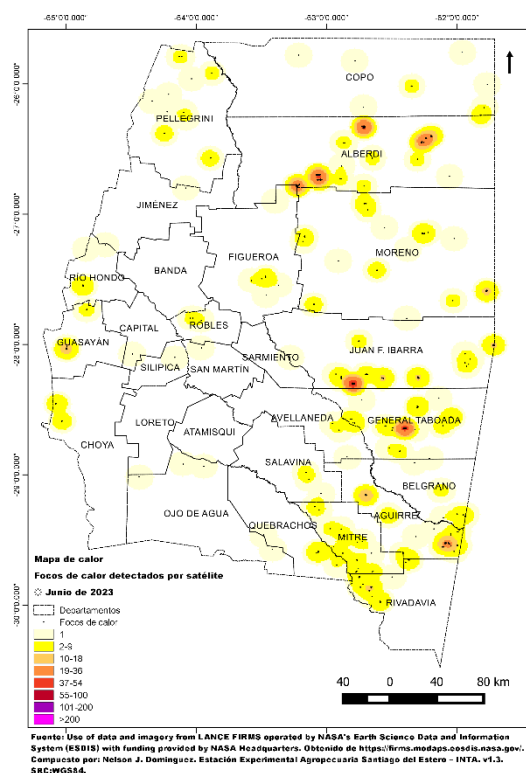


Figura 22. Focos de calor detectados por sensores satelitales y densidad de estos durante el mes de junio de 2023.

Los focos de calor son anomalías de temperatura que podrían indicar un incendio o cualquier fuente significativa de calor. En el mapa provincial se muestran los focos de calor detectados por satélite durante el mes de junio. Para ello se emplea el producto “Detección de Fuegos Activos”⁵⁹ obtenido de la información recogida por sensores VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) a bordo de los satélites de órbita polar Suomi-NPP y NOAA-20. En comparación con otros productos de detección de incendios satelitales de resolución más gruesa (≥ 1 km), los datos mejorados de 375m proporcionan una mayor respuesta sobre incendios de áreas relativamente pequeñas, así como un mapeo mejorado de grandes perímetros de incendios. Se excluyen de esta visualización los focos de calor con confianza baja.

Los focos detectados fueron un 36% más que los del mes pasado. Las mayores densidades se dieron en el sudeste y noreste provincial principalmente en el departamento Alberdi (Figura 22).

Este boletín fue confeccionado por *Agrometeorología*, grupo de *Recursos Naturales* de la Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero del I.N.T.A.

Para más información:

Nelson Javier Dominguez: dominguez.nelson@inta.gov.ar;

Howard van Meer: vanmeer.howard@inta.gov.ar

⁵⁹ Fire Information for Resource Management System (FIRMS). We acknowledge the use of data and imagery from LANCE FIRMS operated by NASA's Earth Science Data and Information System (ESDIS) with funding provided by NASA Headquarters. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>