

ISSN N°1850-4086 N°1618

Informe del Mes de Junio de 2024

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://siga.inta.gov.ar/>
- ⊕ <https://ema.inta.gob.ar/>

Resumen: El presente mes arrojó un valor medio de temperatura que puede catalogarse como “superior a lo normal”. El valor de temperaturas diarias mínimas medio mensual se ha posicionado en la quinta ubicación entre los valores más altos y, el valor medio de temperaturas diarias máximas es el nuevo valor más alto para un mes de junio. El valor medio de temperatura mínima de la segunda década se ha ubicado en la segunda posición entre los más altos. Los valores medios de temperatura máxima se ubican en la primera y quinta posición en la primera y segunda décadas respectivamente. Se ha registrado al menos un valor diario de temperatura máxima elevado que iguala al valor más alto del mes. Se han registrado cuatro heladas meteorológicas, valor menor al promedio; dos eventos se clasificaron como de intensidad “suave”, uno como “moderado” y otro de intensidad “fuerte”. Se han registrado igual cantidad de heladas agronómicas, que representan casi tres veces menos del valor promedio.

No se ha registrado precipitación en el actual mes, como en otros trece años, catalogándose como Inferior al Normal. Como valor acumulado en toda la campaña, la precipitación acumulada ronda un déficit de aproximadamente un 28% ubicándose como la séptima campaña con los valores acumulados más bajos del set de datos.

Los vientos provinieron predominantemente desde la dirección Sudeste. Se registraron vientos máximos de 24,7km/h a 2m de altura sobre la superficie.

La humedad relativa del ambiente presentó valores similares al promedio. Un 12% del tiempo los valores de este parámetro se encontraron por encima del 90%, mientras que un 05% del tiempo los valores se ubicaron en la categoría correspondiente a humedad ambiente “menor a 40%”. Se calcularon valores del índice de “confort animal” dentro de las categorías de estrés, incluso alcanzando valores catalogados como de “estrés severo”, mayormente en la primera quincena del mes.

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 registrados por la estación meteorológica automática¹ 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, posicionándose como el nuevo valor⁴ más alto, ordenados los años de manera descendente. El valor medio de temperatura máxima fue superior al normal, colocándose como el nuevo valor⁵ medio más alto, reemplazando al anterior de 22,4°C calculado en el año 2017, situación contraria al mes de mayo pasado en donde se estableció como el promedio más bajo. El valor medio de temperatura mínima también fue superior a lo normal⁶, colocándose en la quinta ubicación. Los valores medios de temperaturas fueron superiores al del pasado mes de mayo.

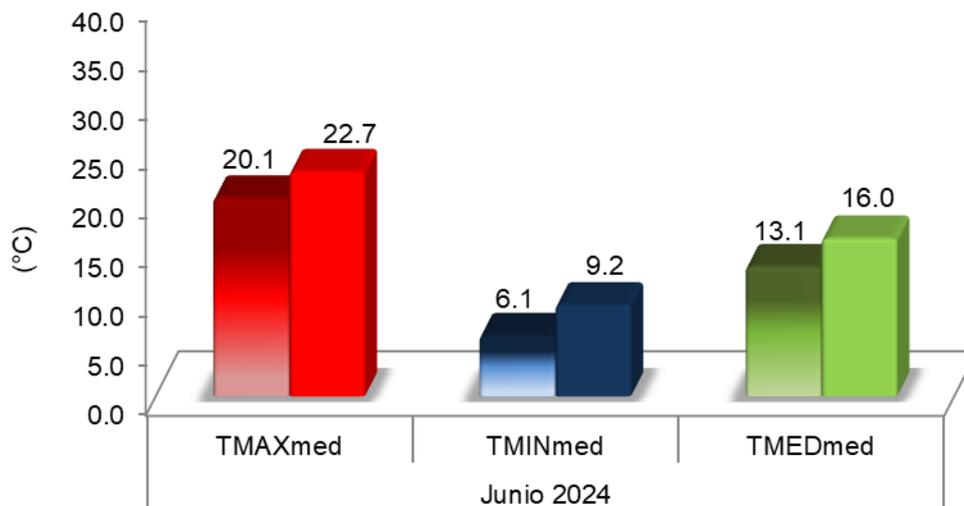


Figura 1. Valores medios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias para el mes de junio. Referencias: colores degradados (junio serie 1991-2020), colores uniformes (junio 2024).

¹ Temperaturas máximas diarias de los días 20 y 23. Temperaturas mínimas diarias de los días 08, 18 y 21. Temperaturas máximas y mínimas diarias del día 22. 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 emplea el periodo de datos 1991-2020.

⁴ Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 15,4°C se ubicaría en la segunda posición.

⁵ Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 23,0°C conservaría igual ubicación.

⁶ Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 8,4°C se ubicaría en la octava posición.

Respecto a igual mes del año anterior, el valor medio de temperaturas máximas fue superior en 1,0°C y el de temperaturas mínimas lo fue en 0,3°C.

El valor de temperatura media fue superior al normal a lo largo de las tres décadas⁷ (Fig. 2). Los valores medios de temperaturas de la primera década fueron superiores a los de la última década del mes de mayo.

El valor medio de temperaturas máximas fue superior en 4,7°C y 3,7°C en las dos primeras décadas y fue inferior en 0,3°C en la última. Por su parte, el valor medio de temperaturas mínimas fue superior en 3,2°C, 5,2°C y en 1,0°C en cada una de las décadas respectivamente. Es en la tercera década dónde se registra el valor diario de temperatura mínima mientras que la máxima mensual se registra en la primera década (Figura 4).

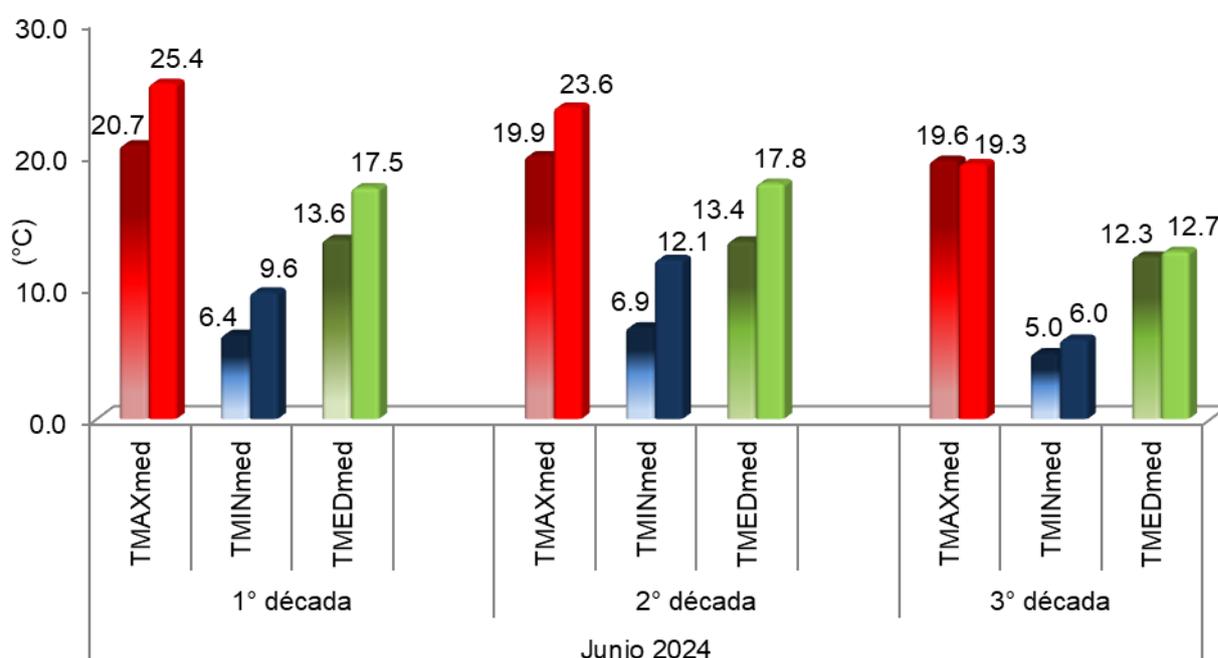


Figura 2. Valores medios de temperaturas máximas, mínimas y medias, agrupadas en períodos decadales, para el mes de junio. Referencias: colores degradados (junio serie 1991-2020), colores uniformes (junio 2024).

El valor medio de temperaturas máximas de la primera década se ubica como el nuevo primer valor⁸ y, el valor de temperaturas mínimas medio de esta década se ubica en la octava⁹ posición (ordenados los valores de manera descendente). En la segunda década, el valor medio de temperaturas máximas calculado se ubica en la segunda¹⁰ posición, y el valor medio de

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 25,4°C conservaría igual ubicación.

⁹ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 9,1°C se ubicaría en la novena posición.

¹⁰ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 24,0°C conservaría igual posición.

temperaturas mínimas comparte la segunda posición¹¹ con el año 1992. En la tercera década, el valor promedio de temperaturas máximas¹² se ubica en la decimosexta posición y, el valor promedio de mínimas comparte la decimosegunda posición¹³ con el año 2022. Con respecto a las temperaturas medias, la primera década se ubica en la tercera posición¹⁴, el valor de la segunda¹⁵ se ubica en la primera posición y, el valor de la tercera¹⁶ década se ubica en la decimoséptima posición (siempre ordenados de manera descendente).

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.

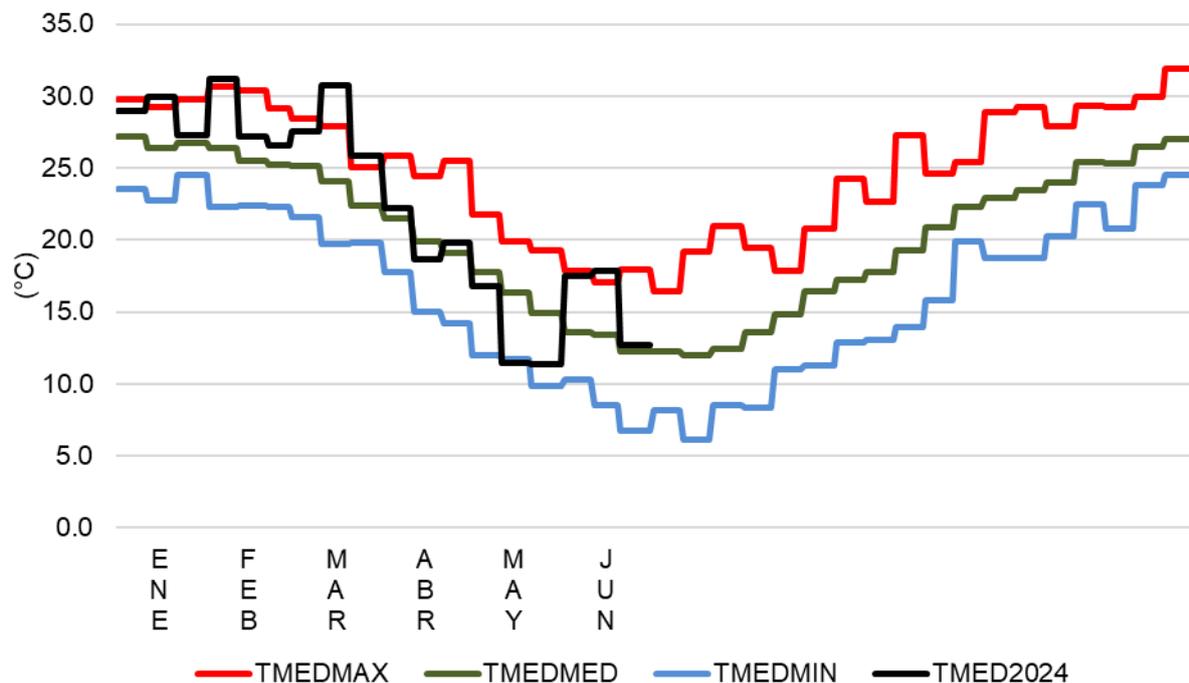


Figura 3. Valores de temperatura media absoluta máxima (TMEDMAX), absoluta mínima (TMEDMIN) y valor medio (serie 1991-2020) (TMEDMED), expresados en forma promedio decadal y, valor de temperatura medio decadal del presente año (TMED2024).

¹¹ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 12,2°C conservaría igual posición.

¹² Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 18,9°C conservaría igual posición.

¹³ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 03,4°C compartiría la vigésima posición.

¹⁴ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 16,9°C se ubicaría en la quinta ubicación.

¹⁵ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 18,3°C conservaría igual posición.

¹⁶ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 10,2° se ubicaría en la vigésimo sexta ubicación.

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°	2023	29,5	2023	17,8	2023	21,5
	2024	31,5	2024	17,1¹⁸	2024	22,8¹⁹

Además, se realizó un análisis de los valores de temperatura 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
	2024	13,6	2024	-4,2	2024	7,5

De las tablas se puede mencionar que ha ocurrido un día al menos en que el valor diario de temperatura máxima igualó al récord del mes.

En nueve días la temperatura máxima diaria se ha encontrado por encima del umbral de los 25,0°C, siendo 3 días el valor promedio (Figura 4).

En el actual mes se constató de la ocurrencia de siete “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 miércoles 15, siendo la fecha media de

¹⁷ Serie histórica considerada para el análisis de las temperaturas extremas diarias: 1989-2023.

¹⁸ Valor tomado de estación automática para el día 22

¹⁹ Valor calculado combinando valor de temperatura máxima de estación convencional con valor mínimo de estación automática para el día 8.

ocurrencia de primera helada²⁰ el 3 de junio (criterio de Pascale y Damario, 2004, citados en Fernandez Long *et al.*, 2016²¹).

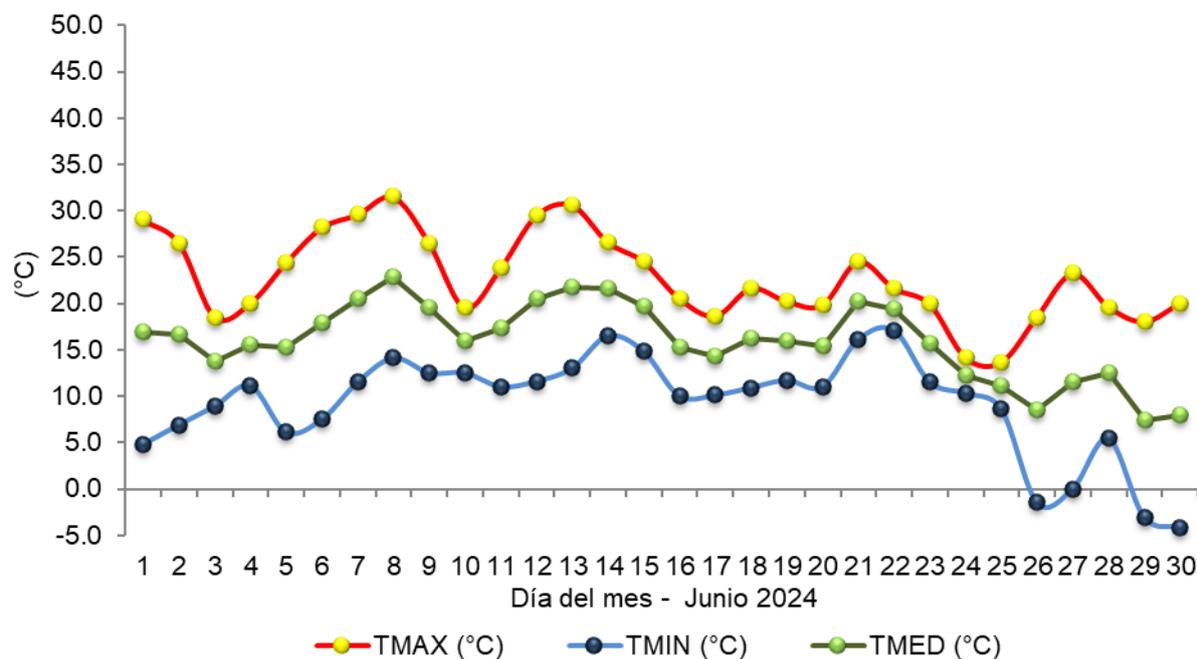


Figura 4. Valores diarios de temperatura para el mes de junio de 2024.

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 desfavorables²². Es aceptado generalmente que el inicio de la latencia ocurre alrededor de la senescencia de las hojas, en el otoño²³ y para la salida de este, es necesaria una cantidad específica de frío invernal que depende de la especie y variedad/cultivar²⁴. 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 intuitivo²⁵ y considera el período de tiempo durante el cual la

²⁰ 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.

²¹ 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.

²² 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>

²³ 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>

²⁴ 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>

²⁵ 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^{26 27 28}, ya que se considera que este rango de temperaturas afecta la finalización de la latencia. Mientras que 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 suficientemente bajas como para afectar la finalización de la latencia²⁹. Teniendo en cuenta los datos brindados por la estación meteorológica automática³⁰, durante el presente mes se acumularon aproximadamente **48 horas de frío**, acumulando en el presente periodo invernal 172 horas de frío.

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
26	-1.5	02:45	Desde las 06:15 hasta las 09:00
27	0.0	00:30	Desde las 04:30 hasta las 05:00
29	-3.1	03:45	Desde las 05:30 hasta las 09:15
30	-4.2	---	Desde las 23:45 hasta las 03:45 ³²

El promedio de días con este tipo de heladas en el mes de junio es de seis, y solo en dos años de la serie no se han registrado, siendo diecinueve días el número máximo contabilizados en el año 2007. El año pasado hubo igual cantidad para el mismo mes.

Para definir la intensidad de una helada, aplicamos el criterio indicado por Da Motta, 1961³³, de acuerdo con el cual podemos indicar que han ocurrido dos heladas clasificadas como “suaves”, una “moderada” y una de intensidad “fuerte”

²⁶ 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.

²⁷ 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

²⁸ 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.

²⁹ 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.

³⁰ Contabilizando periodos de quince minutos en los cuáles el valor de temperatura mínima del periodo se encuentre dentro del rango.

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 Debido a falla en el sistema de alimentación, el último registro de esa madrugada es a las 03:15.

³³ 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 como 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 14 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 helada³⁴ de este tipo es el 13 de mayo. La variabilidad de la fecha de primera helada ubica la ocurrencia de la primera helada entre el 27 de abril y el 29 de mayo.

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
26	-1.5	-4,2	Desde las 00:45 hasta las 09:45
27	0.0	-3,3	Desde las 01:30 hasta las 07:45
29	-3.1	-5,0	Desde las 00:00 hasta las 09:30
30	-4.2	-6,3	Desde las 21:45 ³⁵

De la Tabla 4 podemos indicar que han ocurrido cuatro “heladas agrometeorológicas” en el actual mes. El promedio de días con este tipo de heladas en el mes de junio es de once, ocurriendo en todos los años, siendo veintiún días el número máximo contabilizados en los años 1988 y 2008. Para igual mes del año anterior no se contabilizaron heladas de esta clase.

Un análisis de los valores de temperaturas medias diarias se realizó (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 diario³⁶ del corriente año. Particularmente los días 07, 08, 13, 14 y 15 presentaron un valor medio del día que es más alto que el máximo de la actual climatología.

³⁴ 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 1991-2020.

³⁵ Debido a falla en el sistema de alimentación, el último registro de esa madrugada es a las 03:15.

³⁶ Incluye los valores de temperaturas medias diarias calculados combinando con los datos de la estación automática cuando estos faltasen de la estación convencional.

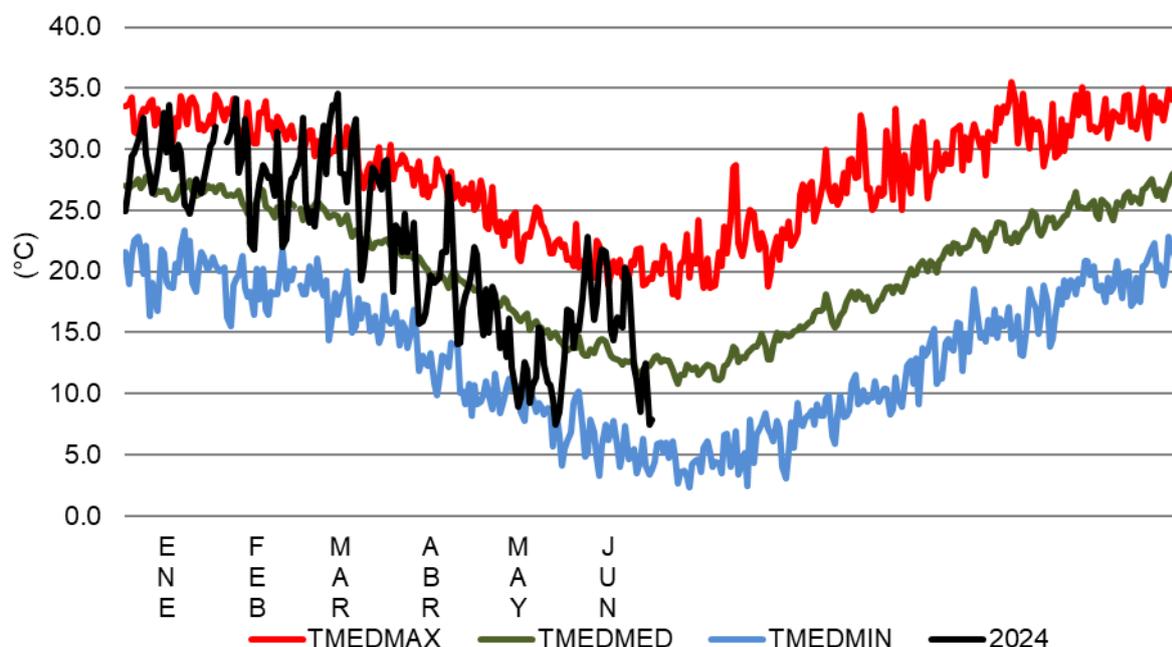


Figura 5. Valores de temperatura media: absoluta máxima, absoluta mínima y valor medio (serie 1991-2020), expresados en forma diaria y, valor de temperatura medio diario del presente año.

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 cultivo³⁷. 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) 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 174,8 178,2 y 126,6 grados días (temperatura base: 0,0°C³⁸) en cada una de las tres décadas respectivamente, totalizando 479,6 grados días para el mes de junio. En el caso del cultivo de cebolla se emplea como temperatura base 5,9°C³⁹ contabilizando de esta forma 115,8, 119,2 y 67,6 grados días en cada una de las tres décadas respectivamente, con iguales aclaraciones del cálculo mencionadas, lo que logra un acumulado mensual de 302,6 grados días.

³⁷ 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.

³⁸ 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.

³⁹ Brewster, J. L. 2008. Chapter 4: Physiology of crop growth. Onions and other Vegetable Alliums. (2nd ed.), Vol. 15, CAB International, North America.

PRECIPITACIÓN

No se registró precipitación, al igual que en otros trece años, siendo el valor promedio de la serie⁴⁰ para el presente mes de 8mm.

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.

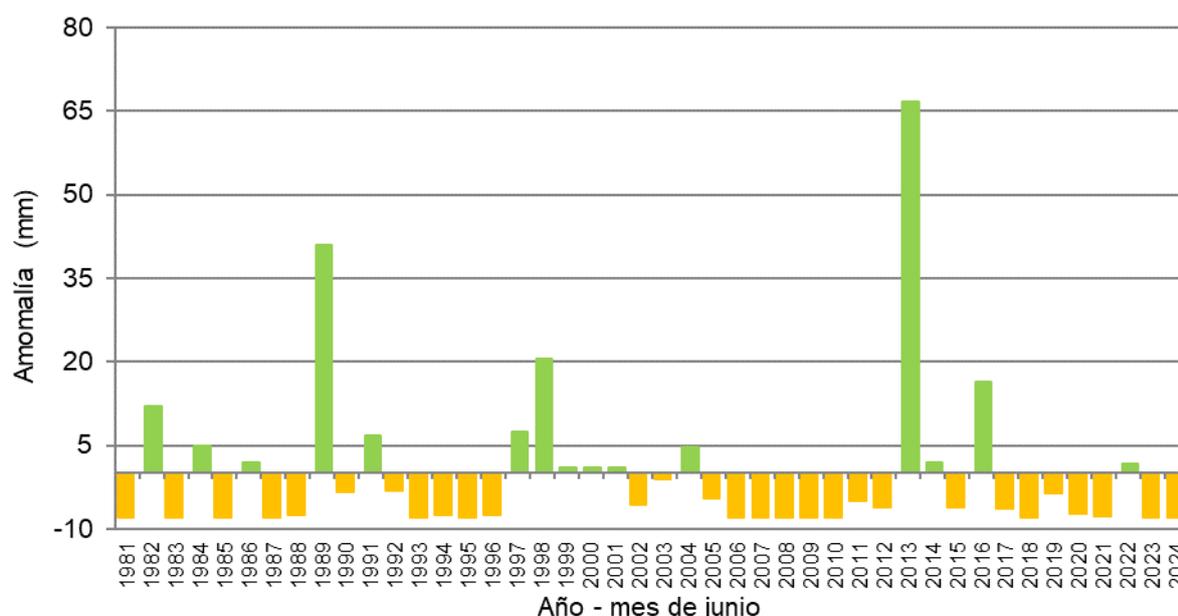


Figura 6. Anomalía de precipitación mensual (mm) para el mes de junio. Climatología 1991-2020.

Los valores extremos de precipitación acumulada mensual a lo largo de la serie histórica para el presente mes son de 0mm como valor mínimo y 74,8mm como valor máximo ocurrido en el año 2013.

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 10,0mm. Relacionado a esto, el actual mes presentó un comportamiento “inferior al normal”.

Se analizaron los valores de precipitación máximos registrados en un día pluviométrico⁴¹, de acuerdo con la serie histórica del mes de junio (Tabla 5).

⁴⁰ Serie histórica considerada para el análisis de las precipitaciones mensuales: 1991-2020.

⁴¹ 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.

Tabla 5. Valores máximos históricos de precipitación diaria⁴² 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 el ciclo agrícola que ha culminado versus el acumulado histórico presenta un ligero déficit de aproximadamente un 28% (Figura 7).

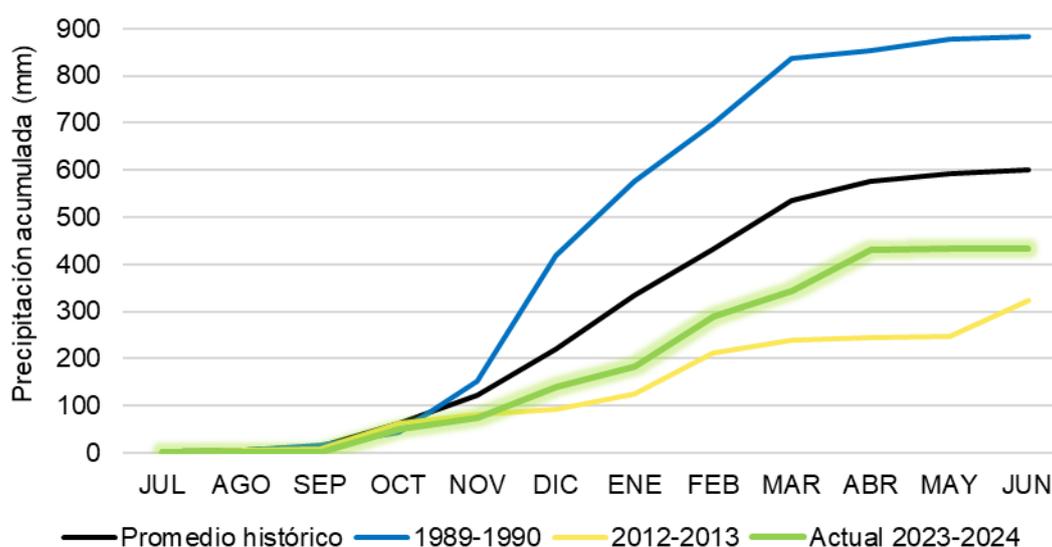


Figura 7. Valores de precipitación acumulada en año agrícola. Se presenta el promedio (línea negra) de la serie “La María” (1981-2020), además, aquellas campañas en las cuales se observaron los máximos (línea azul) y mínimos (línea amarilla) de precipitación acumulada total y, valor acumulado actual (línea verde), desde julio de 2023 a junio del 2024.

El valor acumulado promedio en un año agrícola es de 594mm con un valor de mediana de 574mm, siendo el acumulado del 2024, de 434,6mm.

En la Figura 8 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 (1991-2020). Ordenando de menor a mayor las campañas agrícolas por sus valores de precipitación acumulada, desde el mes de julio hasta el mes de junio, dejan a la actual campaña en la séptima posición (de 42 años), ordenados los acumulados de manera ascendente.

⁴² Serie histórica considerada para el análisis del valor máximo de precipitación acumulada en un día pluviométrico: 1989-2023.

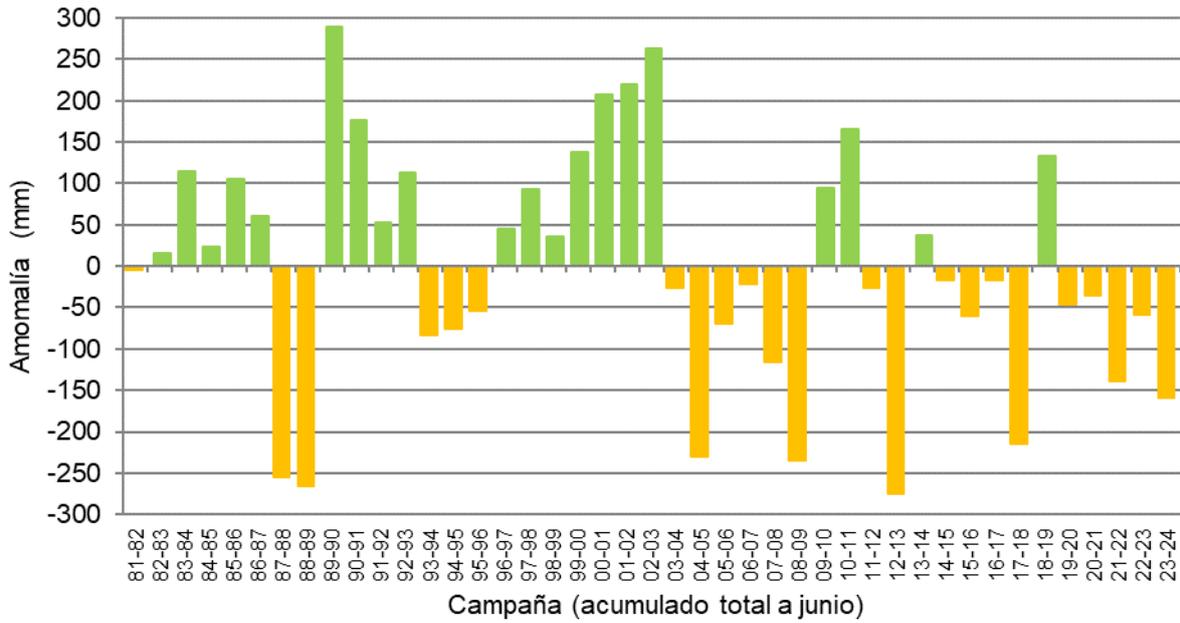


Figura 8. Anomalía de precipitación acumulada (mm) desde julio a junio de cada campaña agrícola. Climatología 1991-2020.

INSOLACIÓN

Durante el mes se han acumulado 102,9⁴³ horas de heliofanía efectiva⁴⁴, el valor promedio de la serie⁴⁵ para el presente mes es de 135 horas. Expresado como heliofanía relativa⁴⁶, el presente mes presentó un valor promedio del 33%⁴⁷.

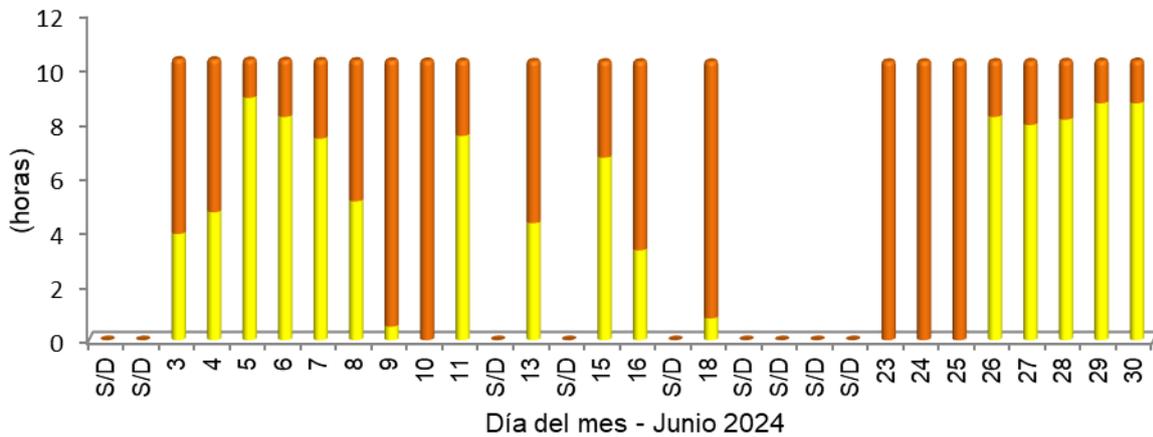


Figura 9. Valores de heliofanía efectiva con relación a la heliofanía teórica astronómica para cada día, expresados en horas y décimos de hora, registrados mediante un heliofanógrafo tipo Campbell-Stokes.

⁴³ Nótese que faltan registros de nueve días.

⁴⁴ 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.

⁴⁵ Serie de referencia para horas promedio mensual de insolación: 1989-2014.

⁴⁶ Heliofanía relativa: relación entre la heliofanía efectiva con respecto a la heliofanía teórica astronómica.

⁴⁷ Valor calculado en relación con días con datos de heliofanía.

Viento

Los valores de viento medio diario⁴⁸ se tomaron a partir de un anemómetro cuentavuelvas totalizador, mientras que el valor de viento máximo⁴⁹ 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 2,1km/h⁵⁰, siendo el valor medio de la serie de junio de 3,8km/h. El valor de viento máximo más alto del mes fue de 27,4km/h, registrado en la tarde del día 02, proveniente desde la dirección Sureste.

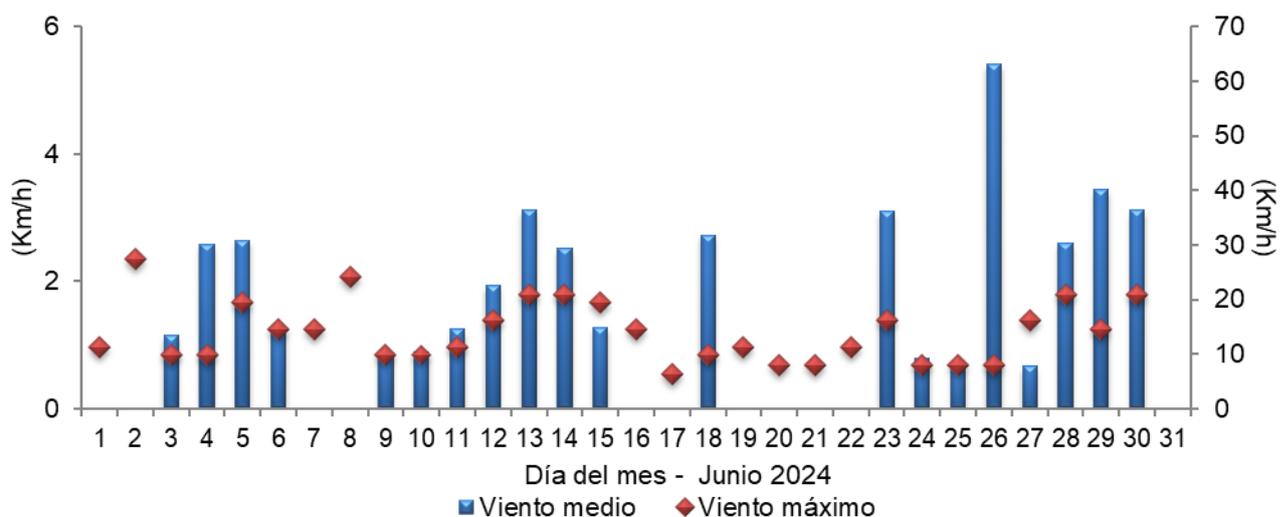


Figura 10. Valores de viento promedio diario a partir de anemómetro y, valor del viento máximo diario registrado por estación meteorológica automática.

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 2.857 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 rumbos⁵¹ posibles de orientación de la dirección del viento. Se registró un 64% de

⁴⁸ Viento medio diario: cifra correspondiente al valor de viento promedio producto de la diferencia entre los valores observados en el visor del anemómetro cuentavuelvas totalizador entre dos observaciones de días consecutivos, efectuadas a las 09:00h.

⁴⁹ Viento máximo: valor de velocidad máxima monitorizado por un elemento registrador, expresado en este caso en función del día civil.

⁵⁰ Con la faltante de datos de doce días.

⁵¹ Direcciones posibles desde donde provienen los vientos: Norte (N), Noreste (NE), 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).

períodos con viento en calma, es decir, velocidades medias iguales a 0,0km/h. La figura fue confeccionada mediante el lenguaje R⁵², con el empleo del paquete “Open Air”⁵³ (Figura 11).

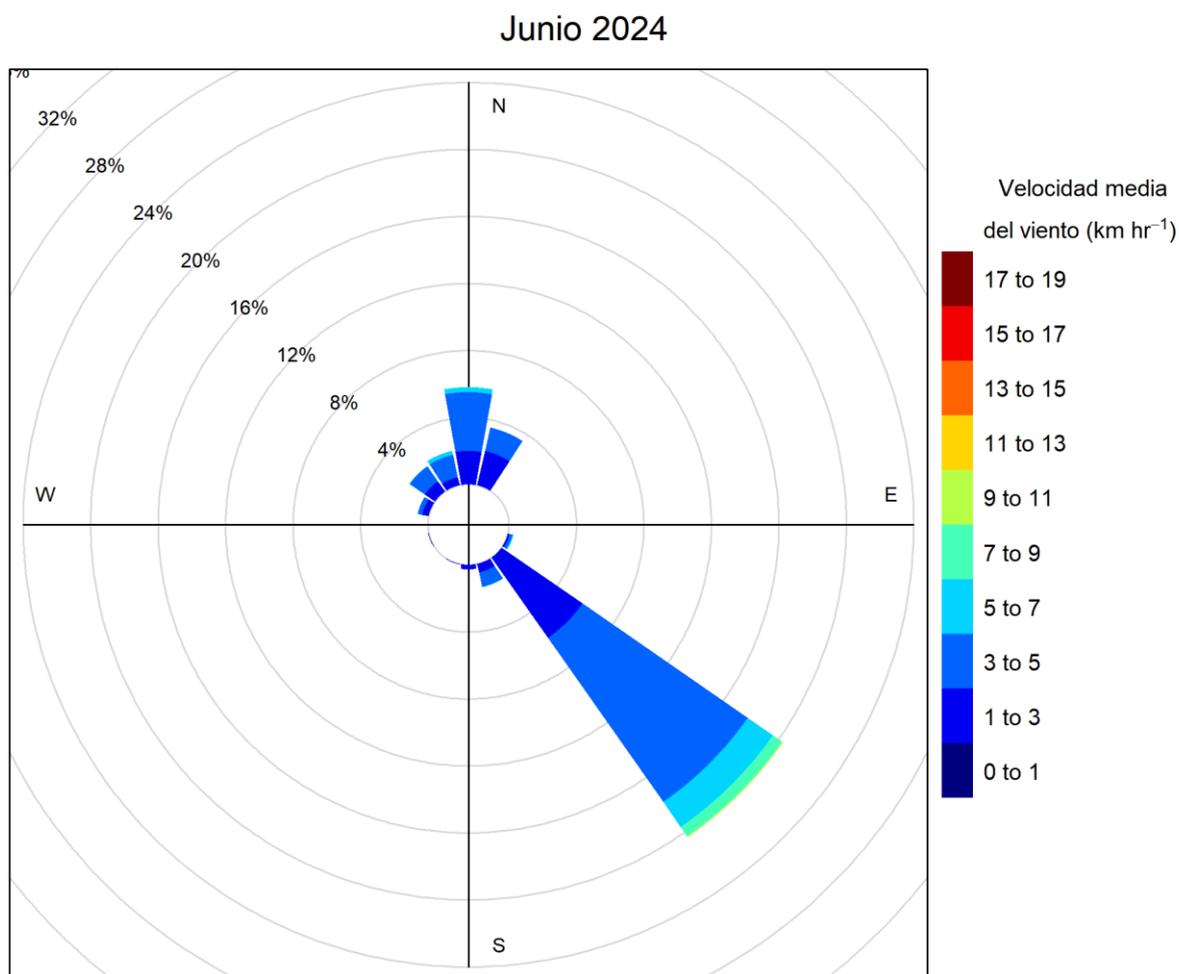


Figura 11. Porcentaje de la dirección del viento prevalente y porcentaje de cada intervalo de velocidad en cada una de las direcciones del viento para el mes de junio de 2024.

La dirección prevalente del viento fue desde el sector Sureste en 581 seguido por el sector Norte con 166 períodos y el Nornoreste con 101. La mayor proporción de velocidades se encontraron en el rango de 3 a 5km/h. El periodo con vientos medios más fuertes fue de 9,7km/h, desde la dirección Sureste en la siesta de los días 2 y 14.

⁵² R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

⁵³ Carslaw, D. C. & K. Ropkins (2012). Openair - an R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software*. Volume 27-28, 52-61.

Humedad

La humedad relativa ambiente media del mes fue de 74%⁵⁴, similar 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 diarias⁵⁵. Los valores extremos diarios fueron tomados del registro de datos de la estación automática.

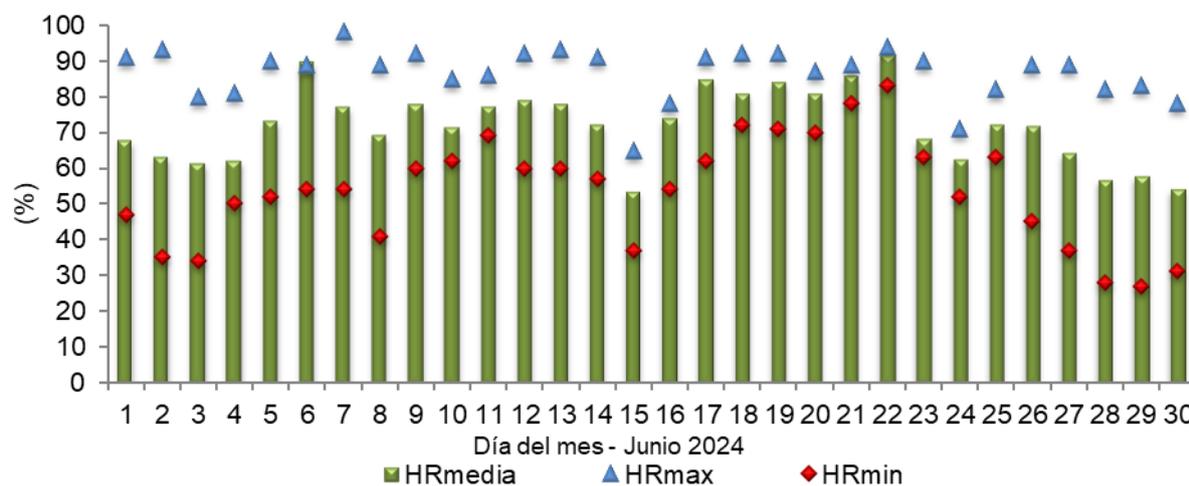


Figura 12. Valores diarios de humedad relativa (%).

El promedio de humedad relativa ambiente máxima diaria es del 87%, mientras que el promedio de valores mínimos diarios es del 54%.

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

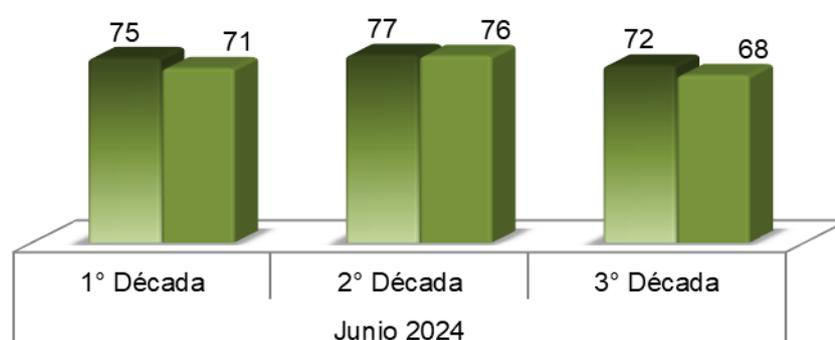


Figura 13. Valores medios de humedad relativa (%) agrupados por décadas para el mes de junio. Referencias: colores: degradados (junio serie 1989-2014), colores uniformes (junio 2024).

⁵⁴ 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 03, 07, 08, 11, 14, 17, 20, 21 y 27).

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).

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.

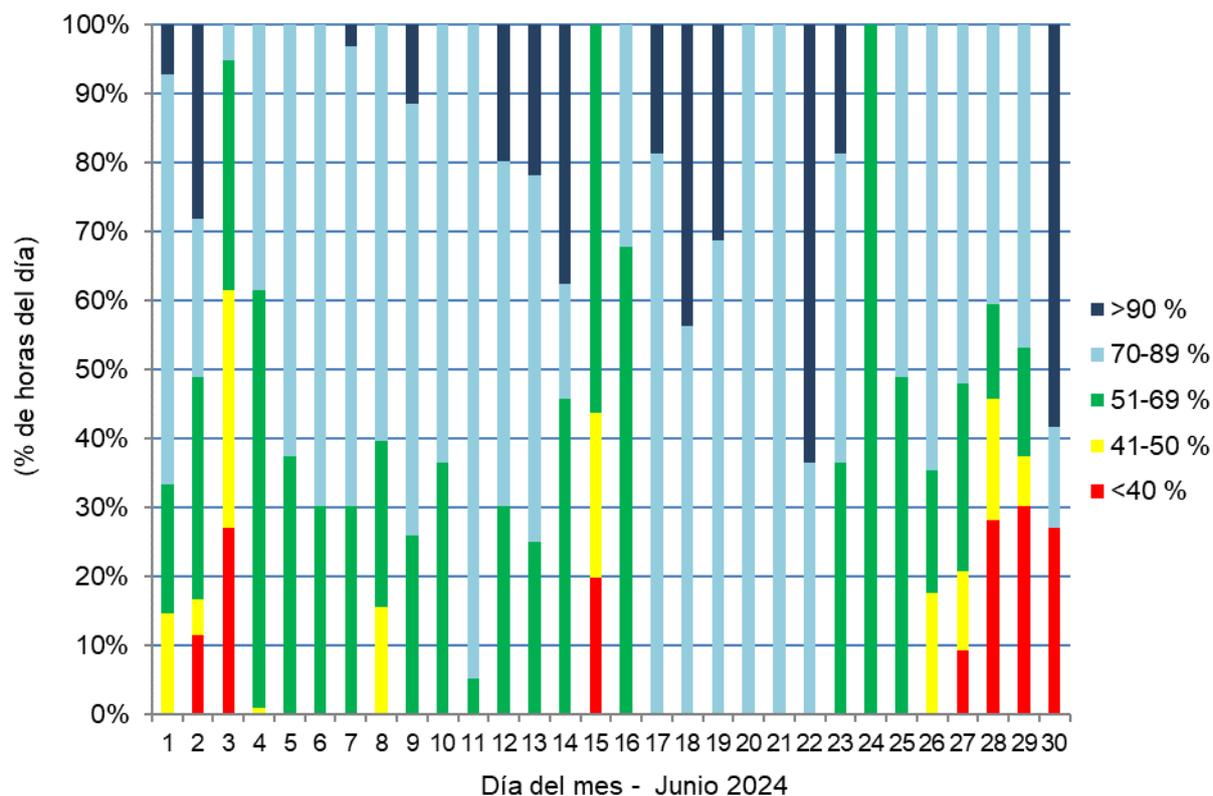


Figura 14. Duración horaria expresada como porcentaje del día para cada intervalo de humedad observado, en base al registro de la estación automática.

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).

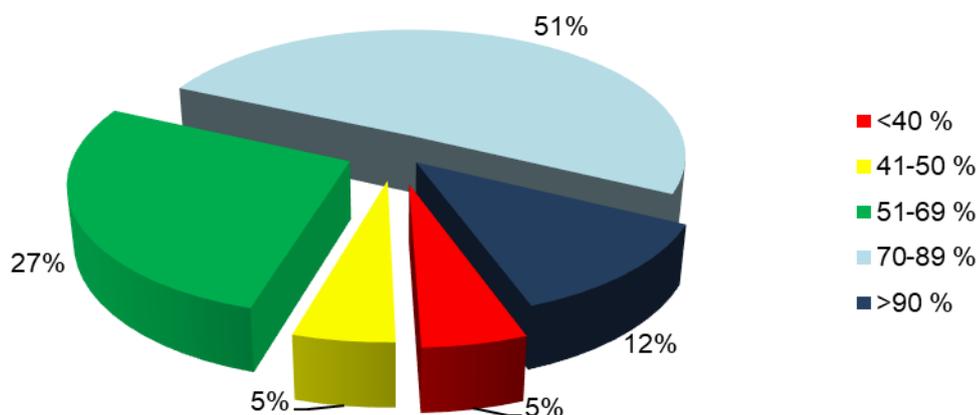


Figura 15. Horas totales mensuales expresadas como porcentaje de los diferentes rangos de humedad.

En el transcurso del mes, se han contabilizado 87 horas con humedad relativa ambiente por encima del 90% (92 horas le correspondían a esta categoría el mes pasado), mientras que

fueron 37 horas con humedad relativa por debajo del 40% (5 horas fue el registro del pasado mes de mayo).

Las condiciones del ambiente influyen sobre el confort térmico de los animales en producción. Son varios los índices que se han desarrollado, combinando diferentes variables meteorológicas, siendo el comúnmente usado el índice ITH o Índice de Temperatura Humedad, una adaptación del índice de “falta de bienestar” desarrollado por Thom en 1959 para humanos, existiendo diversa bibliografía que propone variaciones en los parámetros de la fórmula empleada^{56 57 58 59}.

En la Figura 16 se muestra a modo general la duración en horas para cada día en que se registraron valores del índice en alguna de las categorías detalladas anteriormente (cada área sombreada representa de manera individual a su categoría sobre la línea central de cada día, a partir de la finalización del límite de la categoría anterior).

Relacionado con los valores elevados de temperaturas para la época se han calculado valores del índice ITH que se encuentran en las categorías de estrés leve a moderado durante un 17% y un 10% del tiempo en las dos primeras décadas del mes respectivamente. El día 13, 02 horas han presentado valores del índice en la categoría de estrés severo.

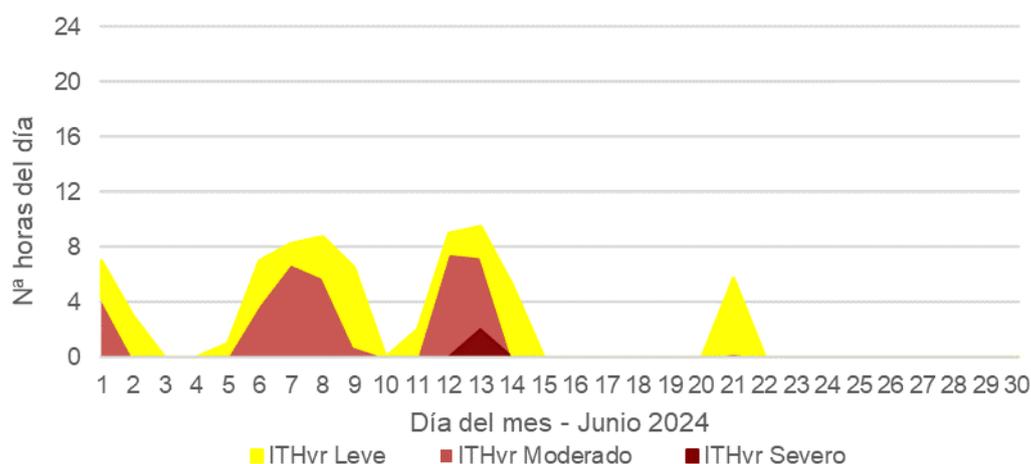


Figura 16. Duración horaria diaria para cada categoría del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de junio de 2024.

En la Figura 17⁶⁰ podemos apreciar los valores que se calcularon para el índice (primero para cada período de 15 minutos registrados por la estación automática y luego

⁵⁶ Moran, J. (2005). *Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. Landlinks Press.

⁵⁷ Herbut P., Angrecka S. & Walczak J. (2018). Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle-a review. *Int J Biometeorol*, 62(12):2089-2097. doi: 10.1007/s00484-018-1629-9.

⁵⁸ Rokade S. U., Deokar D. K., Sonawane H. S. & Hingonekar G. S. (2021). Studies on Different Temperature Humidity Index Models in Relation with Monthly Milk Yield for Phule Triveni Cattle. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 10(01): 134-140.

⁵⁹ Niyonzima, Y. B., Strandberg, E., Hirwa, C. D. A., Manzi, M., Ntawubizi, M., & Rydhmer, L. (2022). The effect of high temperature and humidity on milk yield in Ankole and crossbred cows. *Tropical Animal Health and Production*, 54(2), 1-11.

⁶⁰ Adaptado de: MacKintosh J. 2020. The hourly heatmap with ggplot2. <https://gist.github.com/johnmackintosh/520643a1f82a0c7df00cf949ba98a4e9>

promediados de manera horaria) para cada hora, a largo de cada uno de los días del mes de junio.

Todos los recuadros grises de la Figura 17 indican valores del índice menores a 75, definido con un color totalmente diferente para facilitar la visualización de aquellas horas en el que el índice tomó valores iguales o superiores a 75, siendo el color naranja el valor de 79 a partir del cual se considera estrés moderado. Se calculó un valor máximo de 85 el día 13 entre las 15:45h y 17:15h.

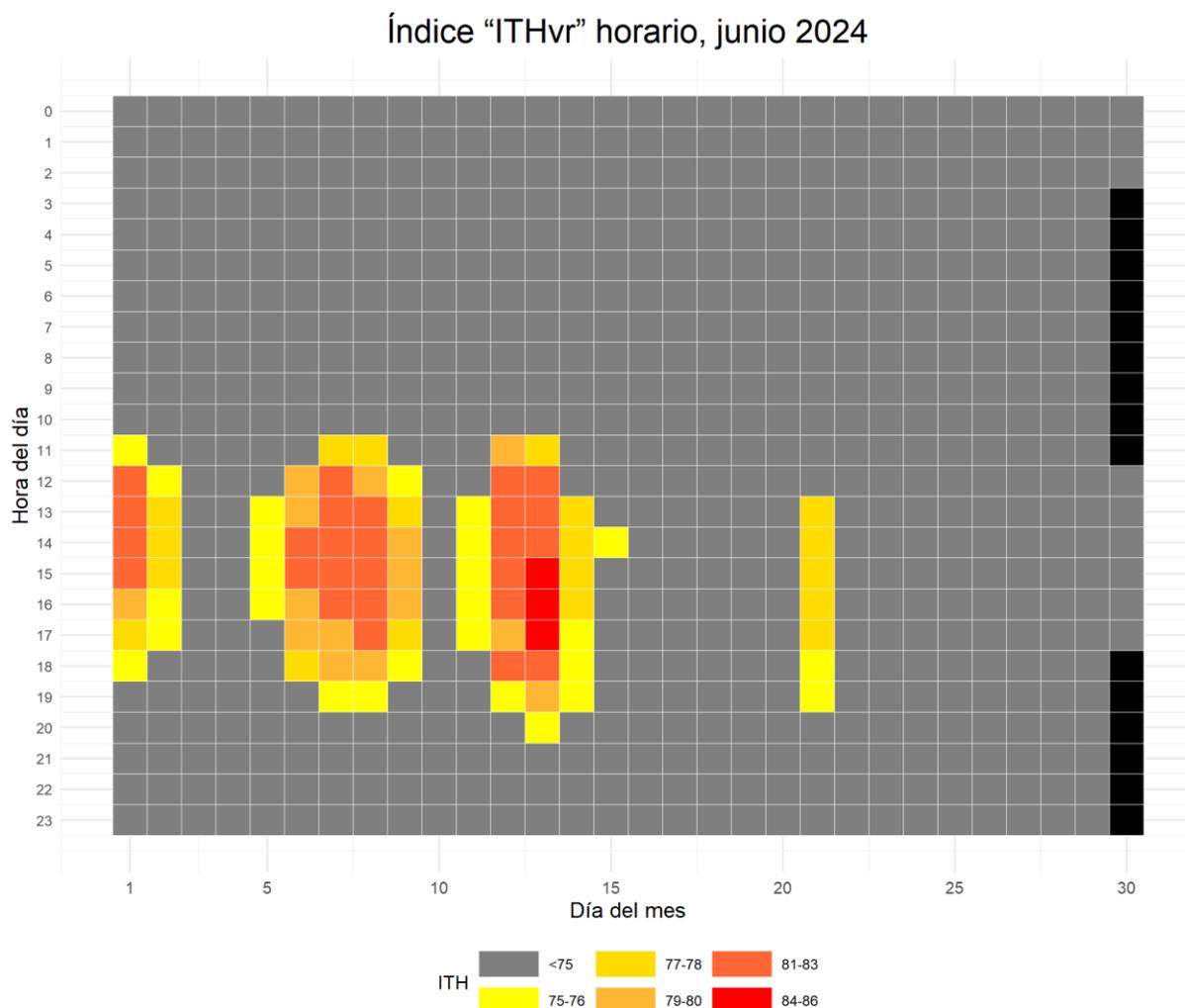


Figura 17. Distribución horaria diaria para cada valor del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de junio de 2024.

La observación de las condiciones microclimáticas locales junto a la capacidad de predecir un evento de estrés por calor permite preparar e implementar soluciones que ayuden a la mitigación de los efectos sobre el bienestar y el rendimiento animal⁵⁶. Acciones tácticas son requeridas ante los primeros signos del estrés por calor para prevenir o minimizar las pérdidas

del rendimiento⁶¹. Las estrategias de manejo que se pueden emplear en el momento adecuado y para los grupos correctos de animales aumentarán los beneficios para los animales y limitarán los costos para los productores⁶². Revise el pronóstico a corto plazo del índice “ITH”, sin ajustar, en: <https://siga.inta.gob.ar/#/ith>.

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 raíces⁶³. 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 trihorario⁶⁴ 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 18).

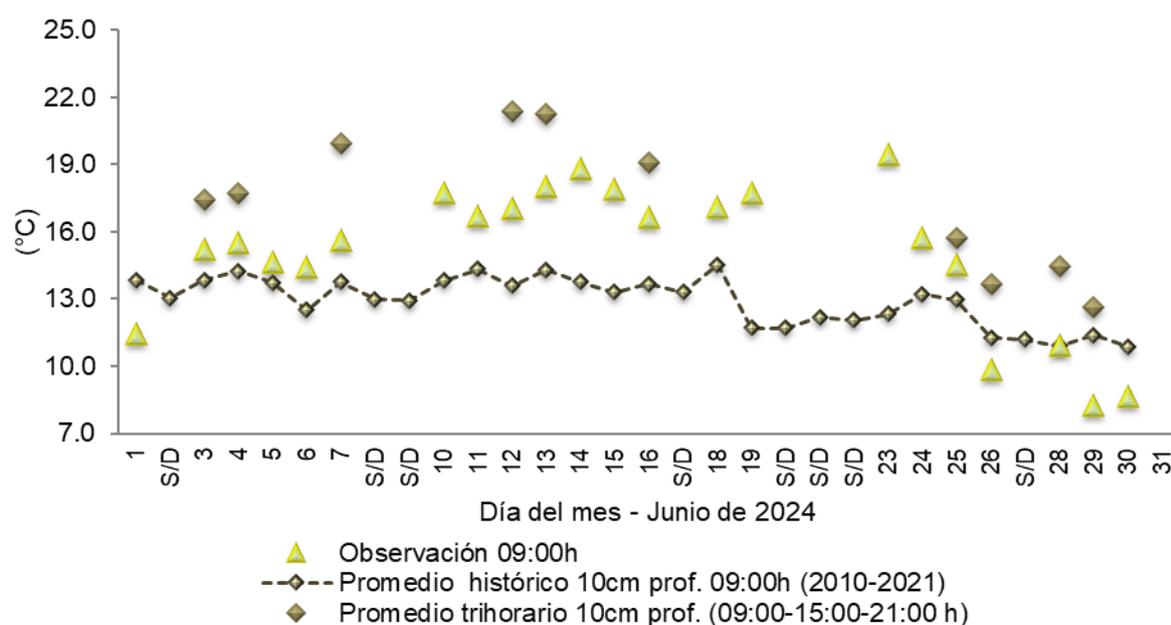


Figura 18. Valor de temperatura de suelo a las 09:00h suelo a 10cm bajo la superficie, valores medios trihorarios de temperatura de suelo a 10cm bajo la superficie. S/D: sin dato.

⁶¹ Hahn, G. L., Gaughan, J. B., Mader, T. L., & Eigenberg, R. A. (2009). Chapter 5: Thermal indices and their applications for livestock environments. In J. A. DeShazer (ed.), *Livestock Energetics and Thermal Environment Management*, 113-130. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

⁶² Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431-s444.

⁶³ Hillel, D. (2005): Thermal properties and processes. In: D. Hillel, J. H. Hatfield, D. S. Powlson, C. Rosenzweig, K. M. Scow, M. J. Singer, & D. L. Sparks (Eds.), *Encyclopedia of Soils in the Environment* (vol. 4, pp 156-163) Elsevier/Academic Press.

⁶⁴ 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)⁶⁵.

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 35,3mm en este mes (Figura 19).

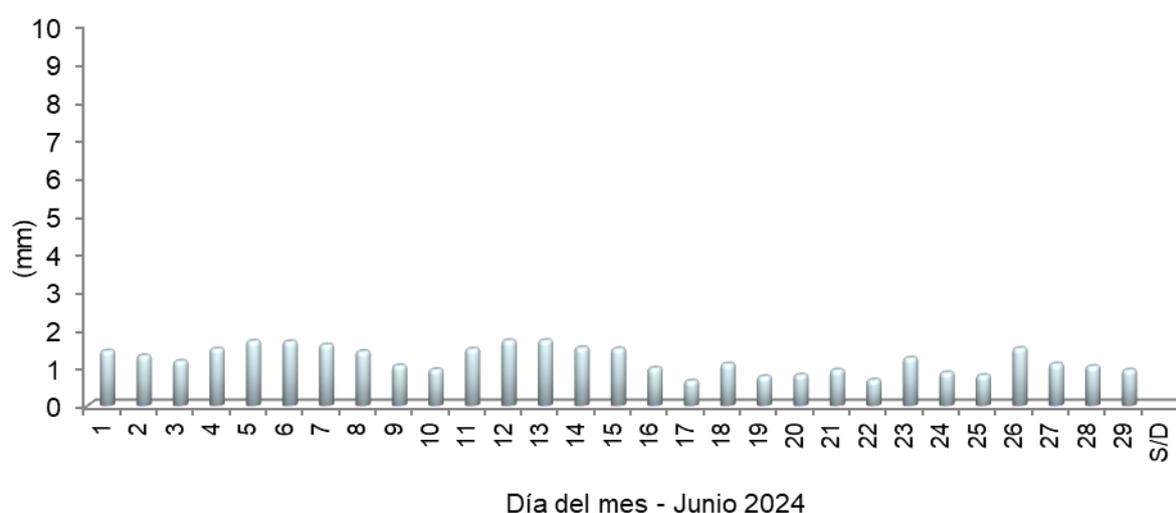


Figura 19. Valores diarios de evapotranspiración. Método Fao-Penman Monteith

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.

⁶⁵ 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 20), así como también un mapa mostrando la anomalía porcentual de la precipitación (Figura 21). El mismo análisis se realizó para el período correspondiente a los tres últimos meses en conjunto (Figura 22 y Figura 23).

Todos fueron generados mediante software QGIS®⁶⁶ de código abierto y gratuito, 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 estación de 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.; Gdía. Escolta, Pistarelli J. P.; Añatuya, Salas D.) cuyos datos son recolectados por el Ing. Puig⁶⁷ 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, Taco Pozo, Gancedo, El Palmar y Est. El Chalet) 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®. Se sumaron en el último tiempo estaciones Pegasus®, adquiridas mediante proyecto FONTAGRO, en los puntos de Nueva Francia y Colonia El Simbolar.

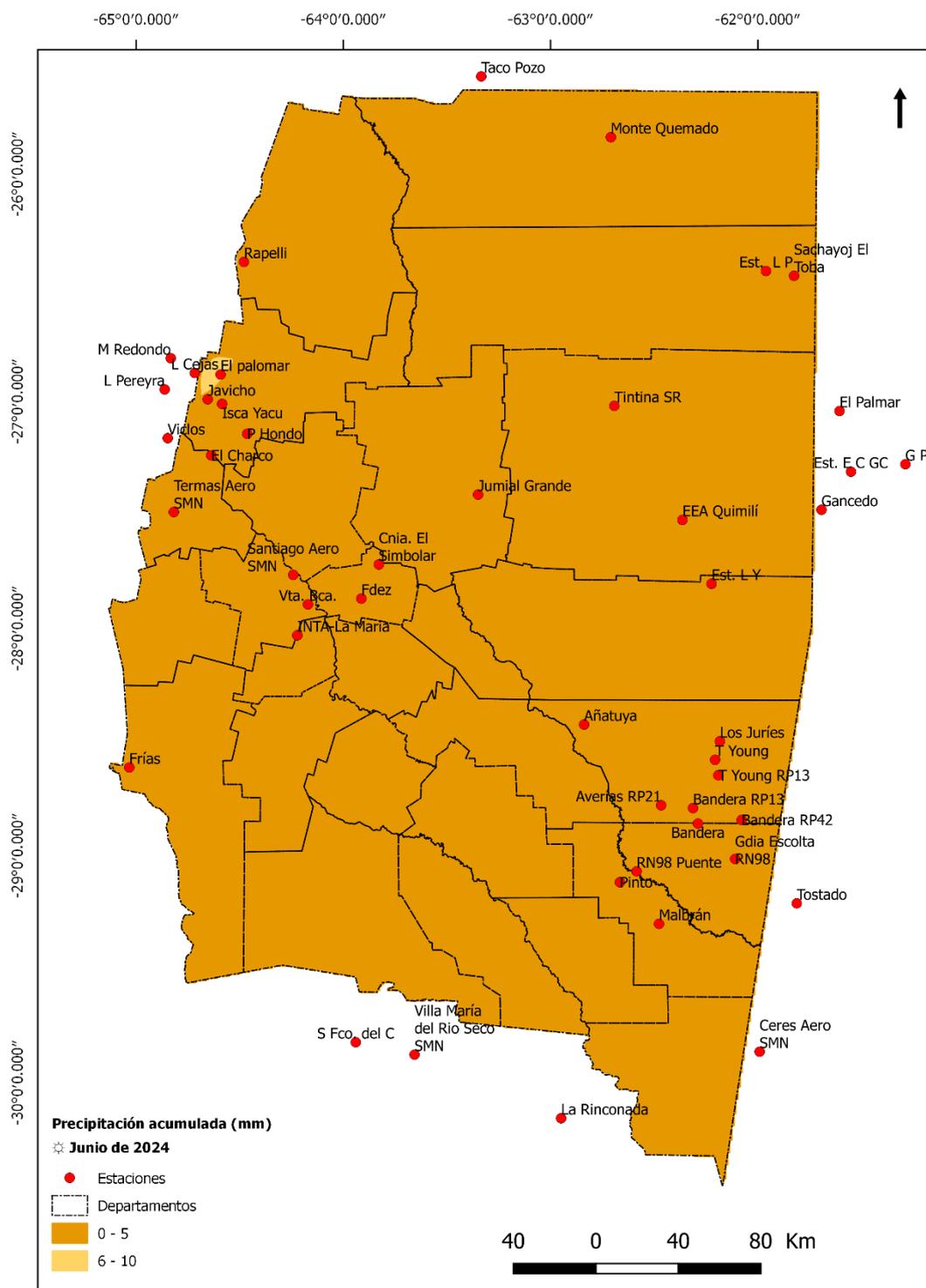
⁶⁶ QGIS Development Team (2014). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

⁶⁷ 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.gov.ar/noticias/inta-quimili-puso-a-funcionar-su-red-pluviometrica-del-este-santiagueno>

En base a los datos de las estaciones o puntos pluviométricos confiables a los que se accedió, las precipitaciones variaron desde puntos en que no se han registrado precipitaciones hasta solo tres sitios en que se han registrado más de 5mm que son Los Pereira y Monte Redondo en la provincia de Tucumán y los 10,0mm en las Cejas (Figura 20).

Si lo analizamos como anomalía porcentual (Figura 21), durante el mes de junio, los déficits se encontraron por debajo del promedio en toda la provincia con valores de anomalías del 25% en parte del noroeste hasta el 100% en otros sectores sin precipitaciones.

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. Dominguez. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero – INTA. Método de interpolación: IDW. SRC:WGS84.

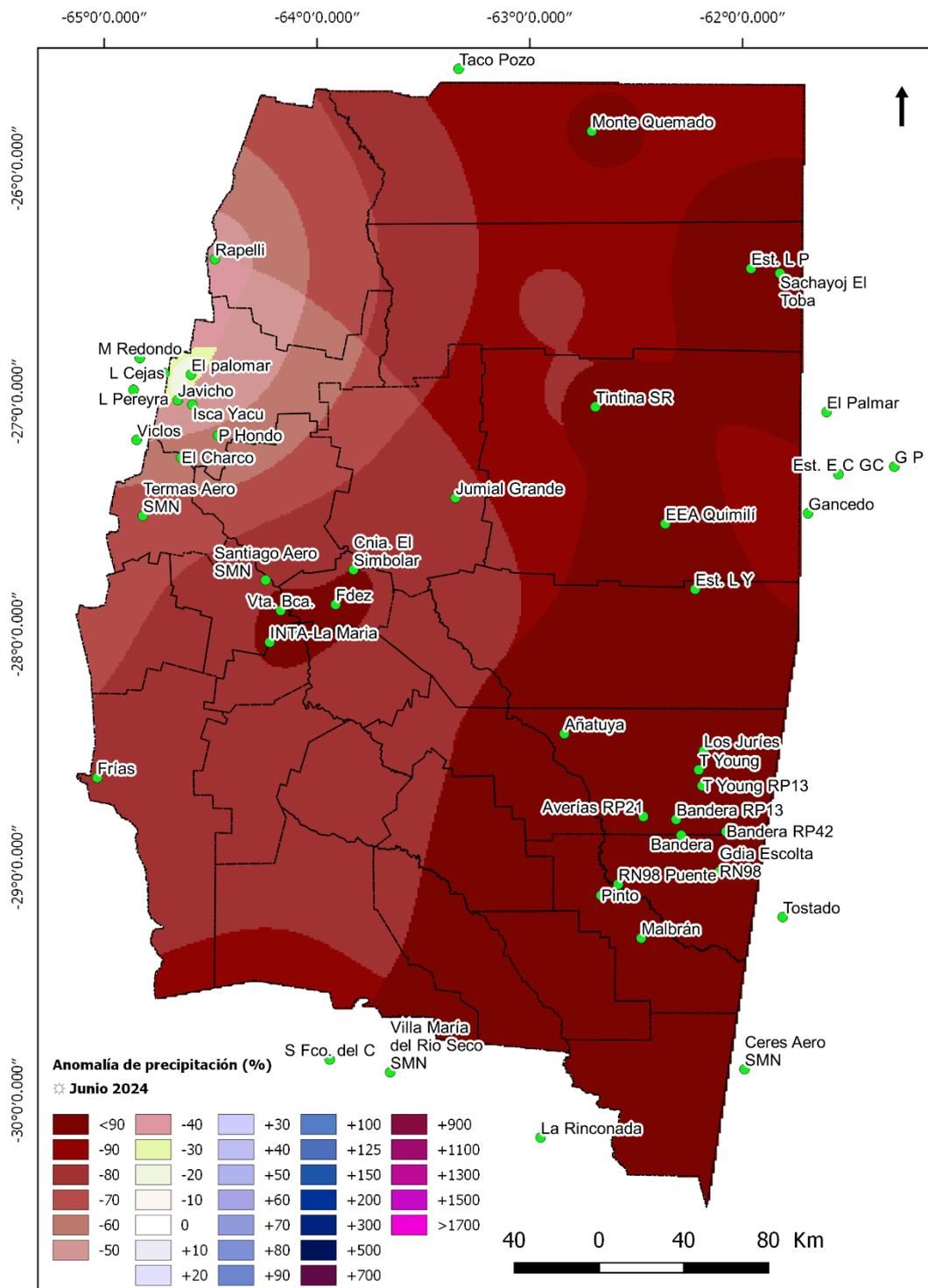
Sistema de Información Territorial de Santiago del Estero
Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero
Centro Regional Tucumán-Santiago del Estero

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina



Secretaría de Bioeconomía

Figura 20. Precipitación acumulada (mm) observada durante junio de 2024.



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. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero - INTA. Método de interpolación: IDW. SRC: WGS84

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

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
 Argentina



Secretaría de Bioeconomía

Figura 21. Anomalia de precipitación (%) registrada durante junio de 2024.

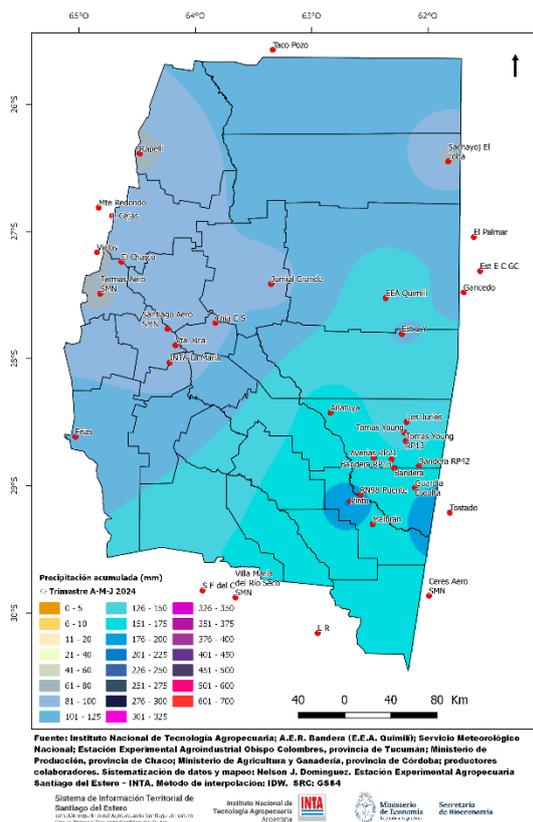


Figura 22. Precipitación acumulada (mm) entre abril y junio de 2024.

Las lluvias acumuladas durante el trimestre abril-mayo-junio de 2024 (Figura 22) variaron desde poco más de 60mm en cercanías de Termas Aero SMN hasta 237mm en Pinto. En INTA-La María se acumularon 90,2mm y en Vta. de la Barranca, 91,5mm. Hacia el sudeste los valores variaron entre 95mm en “Tomas Young RP13” y lo indicado previamente. En el Noroeste se acumuló entre poco más de 130mm en Viclos (prov. De Tucumán) hasta los 109mm en Las Cejas. En el norte, Taco Pozo acumuló 127mm. El punto empleado con mayor acumulado corresponde a Tostado con 259mm en el noroeste de Santa Fe. 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.

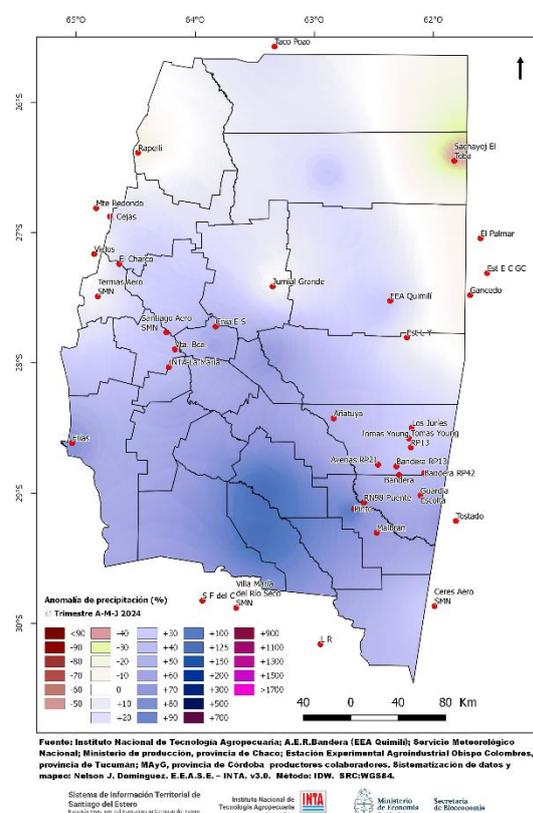


Figura 23. Anomalía de precipitación (%) entre abril y junio de 2024.

Si analizamos el valor acumulado trimestral con relación al valor promedio histórico para igual periodo de tiempo, podemos apreciar que se presentaron anomalías negativas con valores un 40% por debajo en el noreste y del 10% en el noroeste del territorio. Valores normales en zona de Jumial Grande. El resto presentó anomalías positivas con valores hasta un 40% en la zona de Capital y hasta el 60% en algunos puntos del sudeste. Las restantes áreas en que no se cuentan con fuente de datos en esas franjas, la confiabilidad de la representación es baja (Figura 23).

Índice de Vegetación Normalizado

Para determinar el grado de actividad vegetal de una porción de superficie se emplean índices de vegetación obtenidos del tratamiento de los datos generados por sensores remotos ubicados a bordo de satélites. Se emplea en este caso el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés), producto⁶⁸ obtenido a partir del procesamiento de los datos recibidos por el sensor MODIS a bordo del satélite de órbita polar TERRA.

El producto NDVI se obtiene por períodos de 16 días. Las imágenes disponibles contienen el mejor de los valores entre las múltiples imágenes obtenidas usando el criterio del valor más alto de NDVI (con la menor nubosidad posible y la mejor posición del satélite con respecto a la superficie terrestre) que haya sido censado en ese período para cada punto. La resolución espacial para este producto es de 250m.

La anomalía relativa de este índice es obtenida comparando el valor del período del año en curso con el promedio del período de datos 2000-2023 (período operacional del satélite), y se calcula para cada punto del mapa, empleando el software QGIS®, mediante la fórmula:

$$\text{Anomalía relativa del NDVI} = \frac{\text{NDVI}_{2024} - \text{NDVI}_{\text{promedio}}}{\text{Desvío estándar}}$$

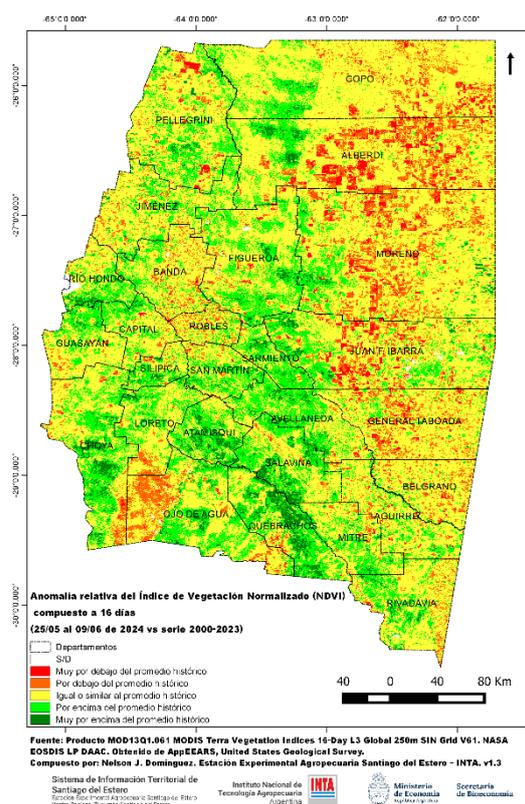


Figura 24. Anomalía relativa del NDVI del 25 de mayo al 09 de junio de 2024.

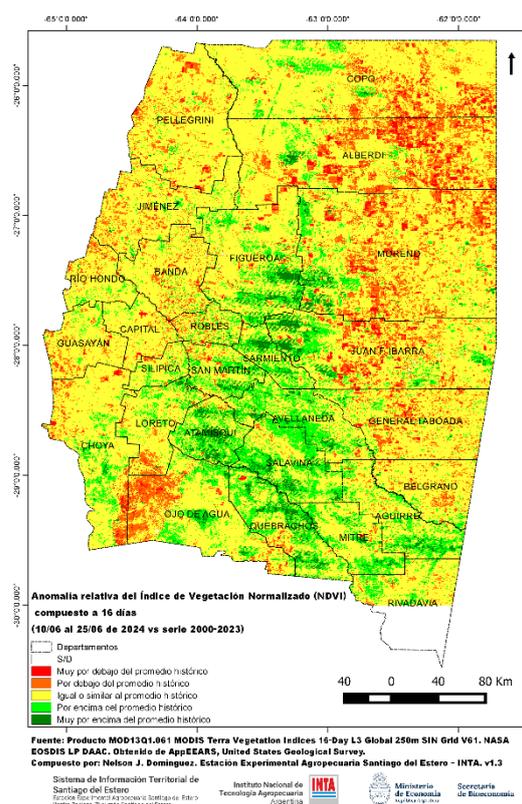


Figura 25. Anomalía relativa del NDVI del 10 al 25 de junio de 2024.

⁶⁸ Didan, K. (2021). *MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V061*, distributed by NASA EOSDIS Land Processes DAAC, <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD13Q1.061>. Accessed 2024-07-04.

En la Figura 24 se aprecia un incremento de las áreas con valores “por encima del promedio histórico” en la mitad oeste de la provincia, y un leve incremento de las áreas con valores muy por debajo del promedio en el este.

Si se toma en cuenta la totalidad de los píxeles con datos de la provincia, en este periodo el 61,9% corresponden a la categoría estilizada con amarillo (el 63,9 del área provincial era el ocupado por esta categoría en el período anterior), el 22,0% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) (23,1% en el período anterior) y el 3,6% (6,2% en el período anterior) a la categoría de “muy por encima del promedio histórico” (verde oscuro). La cantidad de píxeles que representan áreas con sus anomalías relativas del NDVI por debajo del promedio histórico, alcanzan el 12,5% (41,0% de los píxeles se encontraban en esta categoría en el periodo anterior) del territorio provincial (9,8% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 2,7% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

En la Figura 25 se aprecia una reducción considerable de las áreas con valores “encima del promedio histórico” hacia valores que se ubican por debajo de este.

En este período, el 69,5% corresponde a la categoría de “igual o similar al promedio histórico” (amarillo), el 12,8% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) y, el 2,9 %, a la categoría de “muy por encima del promedio histórico” (verde oscuro). La cantidad de píxeles que representan áreas con sus anomalías relativas del NDVI por debajo del promedio histórico, alcanzan el 14,8% del territorio provincial del que se cuenta con datos (12,0% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 2,8% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

Focos de Calor

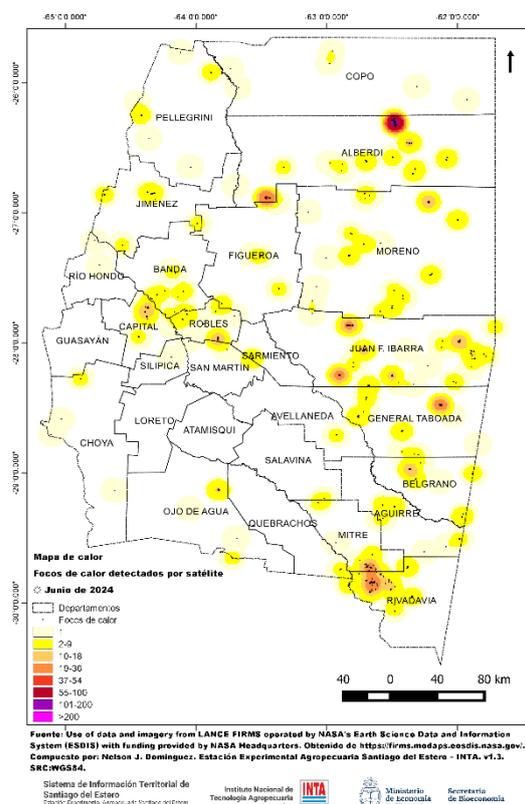


Figura 26. Focos de calor detectados por sensores satelitales y densidad de estos durante el mes de junio de 2024.

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”⁶⁹ 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 presentaron mayores densidades en el este provincial, particularmente en el departamento Alberdi. Se detectó casi el doble de focos respecto al mes anterior (Figura 26).

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 Domínguez: dominguez.nelson@inta.gov.ar;

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

⁶⁹ 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/>