

ISSN N°1850-4086 N°1608

## Informe del Mes de Agosto 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 agosto, mientras que el valor medio de temperaturas mínimas se ubicó en la sexta posición entre los más altos también. El valor medio de temperaturas máxima de la primera década se ha ubicado en la tercera posición y el valor medio de temperaturas mínimas de la primera década se coloca en la quinta posición, ambos entre los valores más altos. No han sido registrados valores diarios de temperaturas máximas y mínimas extremos. No se han registrado heladas meteorológicas. En cambio, se han contabilizado ocho heladas agronómicas (menor al valor esperado). En el presente mes se acumularon 96 horas frío.

No se ha se han registrado valor alguno de precipitación en el actual mes, al igual que lo sucedido en más de la mitad de los años de la serie.

Los vientos provinieron predominantemente desde la dirección Sudeste. Se registraron vientos máximos de 37,0km/h a 2m de altura sobre la superficie.

La humedad relativa del ambiente presentó valores inferiores al promedio en las dos últimas décadas. Un 01% del tiempo los valores de este parámetro se encontraron por encima del 90%, mientras que en un 24% del tiempo los valores se ubicaron en la categoría correspondiente a humedad ambiente “menor a 40%”. Se alcanzaron valores del índice ITH (modificado por viento y radiación) que corresponden a la categoría de estrés “severo” en cuatro días 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 automática<sup>1</sup> 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 normal<sup>2</sup>, de acuerdo con el promedio de la serie<sup>3</sup>, ubicándose en la tercera ubicación<sup>4</sup>, ordenados de manera descendente. El valor medio de temperatura máxima fue superior al normal, colocándose este mes en la tercera<sup>5</sup> posición. El valor medio de temperatura mínima fue superior al normal y se ubicó en la sexta posición<sup>6</sup>. Los valores medios de temperaturas fueron mayores al del pasado mes de julio.

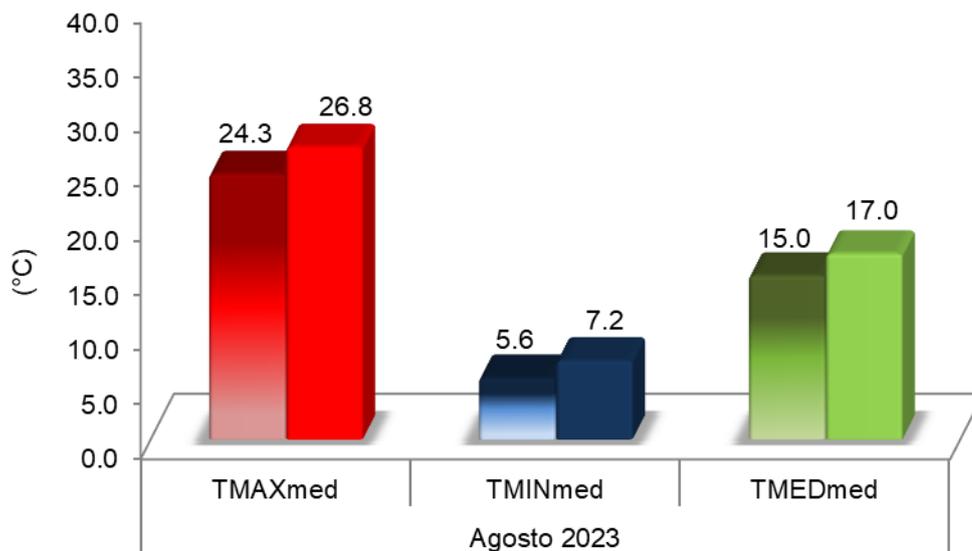


Figura 1. Valores medios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias para el mes de agosto. Referencias: colores degradados (agosto serie 1991-2020), colores uniformes (agosto 2023).

<sup>1</sup>Temperaturas máximas y mínimas diarias de los días 05, 06, 11, 12, 13, 20 y 26. Temperatura máxima de los días 04, 18 y 19. Temperaturas mínimas de los días 21 y 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.

<sup>2</sup> 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.

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

<sup>4</sup> Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 17,1°C conservaría igual posición.

<sup>5</sup> Sí solamente empleamos los valores máximos diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 27,9°C se ubicaría en la primera posición.

<sup>6</sup> Sí solamente empleamos los valores mínimos diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 6,8°C se ubicaría en la séptima posición.

Respeto a igual mes del año anterior, el valor medio de temperaturas máximas fue superior en 1,9°C y el de temperaturas mínimas lo fue en 2,8°C.

El valor de temperatura media fue inferior al normal en tercera década<sup>7</sup> (Fig. 2). Los valores medios de temperatura de la primera década fueron superiores a los de la última década del mes de julio.

El valor medio de temperaturas máximas fue superior en 4,4°C, 2,5°C y 0,6°C en cada década respectivamente. Por su parte, el valor medio de temperaturas mínimas fue superior en 3,7°C, 2,4°C en la primera y segunda década respetivamente, mientras que, fue inferior en 1,1°C en la tercera. Es en la primera década dónde se registra el valor diario de temperatura máxima y, en la tercera, el de temperatura mínima mensual (Figura 4).

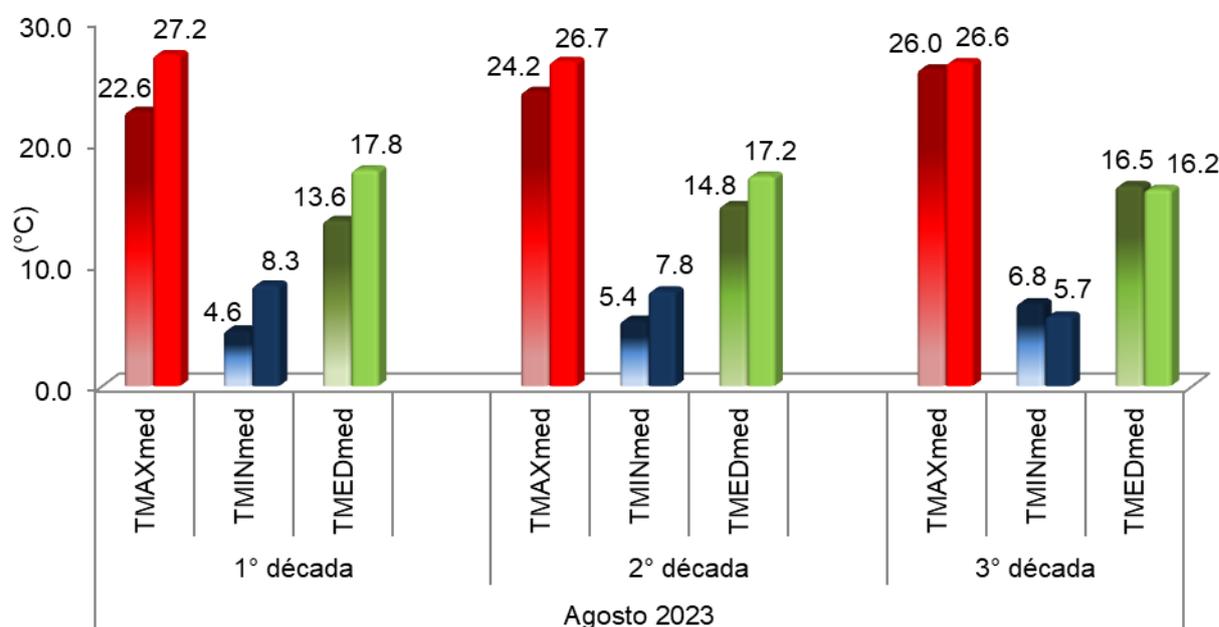


Figura 2. Valores medios de temperaturas máximas, mínimas y medias, agrupadas en períodos decadales, para el mes de agosto. Referencias: colores degradados (agosto serie 1991-2020), colores uniformes (agosto 2023).

El valor medio de temperaturas máximas de la primera década se ubica en la tercera posición<sup>8</sup> (ordenados siempre los valores de manera descendentes) y, el valor de temperaturas mínimas medio de esta década se coloca en la quinta<sup>9</sup> posición (ordenados también de manera descendentes). En la segunda década, el valor medio de temperaturas máximas calculado se

<sup>7</sup> 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).

<sup>8</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 27,1°C conservaría igual ubicación.

<sup>9</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 8,1°C se ubicaría en la sexta posición.

ubica en la octava posición<sup>10</sup>, y el valor medio de temperaturas mínimas<sup>11</sup> se coloca en la séptima posición. En la tercera década, el valor promedio de temperaturas máximas<sup>12</sup> se ubica en la décima posición y el de mínimas se ubica en la doceava posición<sup>13</sup> pero en este caso entre los valores más bajos. Con respecto a las temperaturas medias, la primera década se ubica en la cuarta posición<sup>14</sup>, el valor de la segunda<sup>15</sup> lo hace en la sexta posición y la tercera<sup>16</sup> década se ubica en la décimo octava 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.

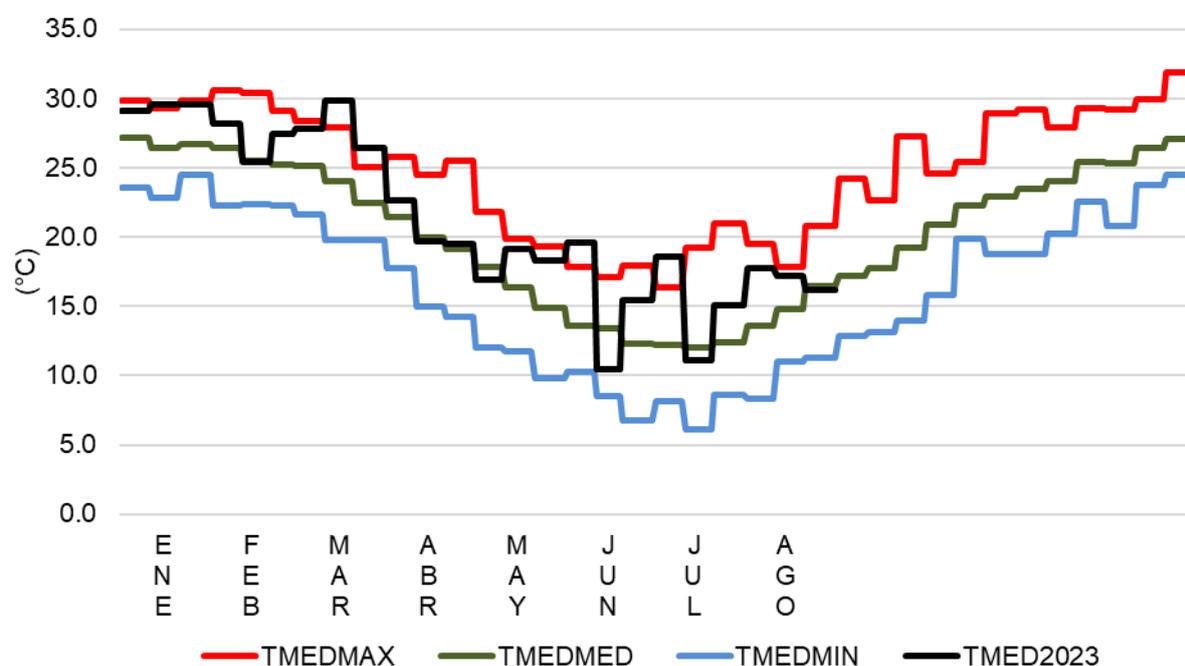


Figura 3. Valores de temperatura media absoluta máxima (TMEDMAX), absoluta mínima (TMEDMIN) y valor medio (serie 1991-2020) (TMEDMED), expresados en forma promedio decadal y, valor de temperatura medio decadal del presente año (TMED2023).

<sup>10</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 31,6°C se ubicaría en la primera posición.

<sup>11</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 8,1°C compartiría la sexta posición con el año 1990.

<sup>12</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 26,9°C se colocaría en la novena posición.

<sup>13</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 4,6°C se colocaría en la novena posición.

<sup>14</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 17,6°C conservaría igual ubicación.

<sup>15</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 20,1°C se colocaría en la primera posición.

<sup>16</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 13,9°C se colocaría en la vigésima primera posición.

Se realizó un análisis de los valores de temperaturas más altos registrados en cada categoría, de acuerdo con la serie histórica<sup>17</sup> del mes de agosto (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°	2009	39,0	2009	21,0	2009	30,0
2°	1993	38,4	2014	18,1	2002	27,5
3°	2015	38,0	1990	17,9	1996	27,3
4°	1997	37,8	2018	17,8	2014	27,1
5°	1996	37,6	1992	17,5	2015	26,8
	<b>2023</b>	<b>35,5</b>	<b>2023</b>	<b>15,2</b>	<b>2023</b>	<b>23,6</b>

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 agosto (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°	2007	9,8	1991	-7,8	1991,1999	3,4
2°	2010	10,0	1999	-6,9	2007	4,5
3°	1991	11,2	1993	-6,8	2002,2013	5,3
4°	1999	11,3	2007	-6,4	1992	5,5
5°	1995	11,6	2002	-6,2	2011	5,8
	<b>2023</b>	<b>19,5<sup>18</sup></b>	<b>2023</b>	<b>0,3</b>	<b>2023</b>	<b>11,2</b>

De las tablas se puede mencionar que no han ocurrido valores diarios extremos.

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

En el actual mes no se han registrado “heladas meteorológicas”, es decir, la temperatura no ha descendido por debajo de 0,0°C (Fig. 4). El promedio de días con este tipo de heladas en el mes de agosto es de seis. Solamente en los años 2014 y 2015 tampoco se registraron eventos. El año pasado se contabilizaron ocho heladas de esta clase para este mes en particular. La fecha de la última helada de este año ocurrió el jueves 20 de julio, con un registro de -0,7°C. La fecha media de última helada<sup>19</sup> es el 04 de septiembre (criterio de Pascale

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

<sup>18</sup> Valor tomado de estación automática para el día 12.

<sup>19</sup> Obtenido por promedio de todas las primeras fechas de cada año en que el valor de temperatura fue menor o igual a 0,0°C, del periodo de datos 1989-2019 de acuerdo al criterio de Pascale y Damario (2004) citados en Fernandez Long *et al.*, 2016, quienes indica que 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. Para el particular de nuestra

y Damario, 2004, citados en Fernandez Long *et al.*, 2016<sup>20</sup>) y que según la desviación estándar resultante de la fecha promedio de última helada, el periodo de alta probabilidad de ocurrencia se extiende desde el 17 de agosto hasta el 22 de septiembre, por lo que se puede indicar que este año ha finalizado el periodo de heladas meteorológicas antes de lo mayormente esperado.

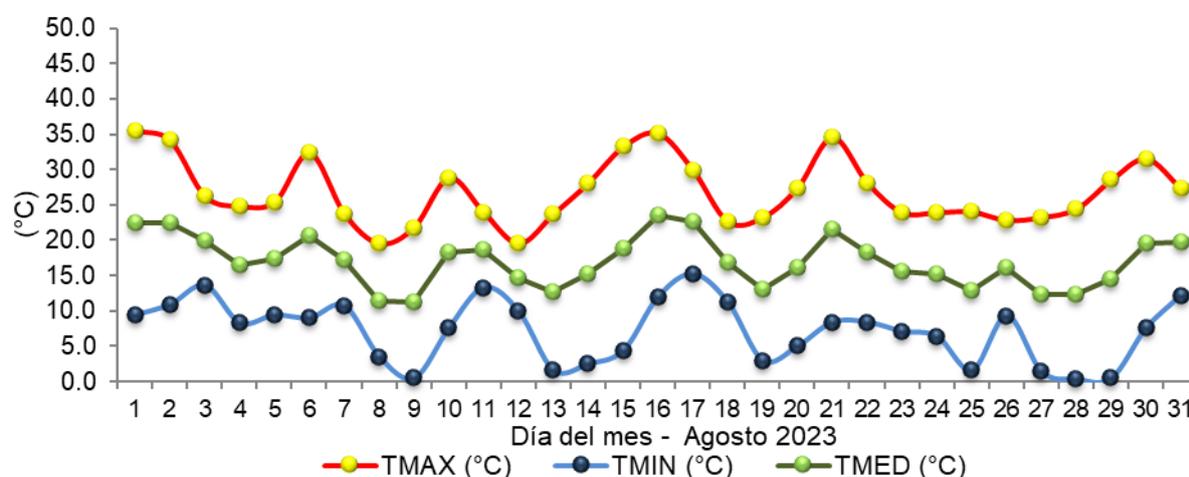


Figura 4. Valores diarios de temperatura para el mes de agosto de 2023.

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 desfavorables<sup>21</sup>. Es aceptado generalmente que el inicio de la latencia ocurre alrededor de la senescencia de las hojas, en el otoño<sup>22</sup> y para la salida de este, es necesaria una cantidad específica de frío invernal que depende de la especie y variedad/cultivar<sup>23</sup>. 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 intuitivo<sup>24</sup> y considera el período de tiempo durante el cual la temperatura se encontró entre los 0,0°C y los 7,2°C<sup>25 26 27</sup>, ya que se considera que este rango

estación, siempre ha ocurrido la primera helada antes de esa fecha por lo que se conservan los valores medios presentados en informes anteriores.

<sup>20</sup> 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.

<sup>21</sup> Campoy, J. A., Ruiz, D., & 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>

<sup>22</sup> Goeckeritz, C., & 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>

<sup>23</sup> Castède, S., Campoy, J.A., García, J.Q., Le Dantec, L., Lafargue, M., Barreneche, T., Wenden, B. y Dirlewanger, 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>

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

<sup>25</sup> 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.

<sup>26</sup> 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

<sup>27</sup> 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

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 latencia<sup>28</sup>. Teniendo en cuenta los datos brindados por la estación meteorológica automática<sup>29</sup>, durante el presente mes se acumularon aproximadamente **96,3 de frío**. Para igual mes del año 2022 el acumulado fue de 117,3 horas. Por lo tanto, en el presente periodo invernal se contabilizan 168 horas de frío, mientras que el año pasado se sumaban 366,8 horas de frío, transcurridos tres meses del periodo (mayo no registró valores dentro de los umbrales.).

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.

Tabla 3. Día de ocurrencia en el mes de agosto, 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
09	0,5	0,8	Desde las 04:30 hasta las 09:00
13	1,6	S/D	Desde las 02:15 hasta las 08:45
14	2,5	0,4	Desde las 05:30 hasta las 06:15
19	3,0	2,4	Desde las 06:30 hasta las 06:45
25	1,6	0,9	Desde las 07:00 hasta las 08:30
27	1,4	S/D	Desde las 06:15 hasta las 08:30
28	0,3	-1,4	Desde las 02:30 hasta las 08:15
29	0,5	-0,6	Desde las 04:45 hasta las 07:00

De la Tabla 3 podemos indicar que han ocurrido ocho “heladas agrometeorológicas” en el actual mes. El promedio de días con este tipo de heladas en el mes de agosto es de once,

<sup>28</sup> 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.

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

ocurriendo en todos los años. Para igual mes del año anterior se contabilizaron quince 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. El día 17 de agosto, el valor medio superó al valor más alto que había sido calculado para dicho día.

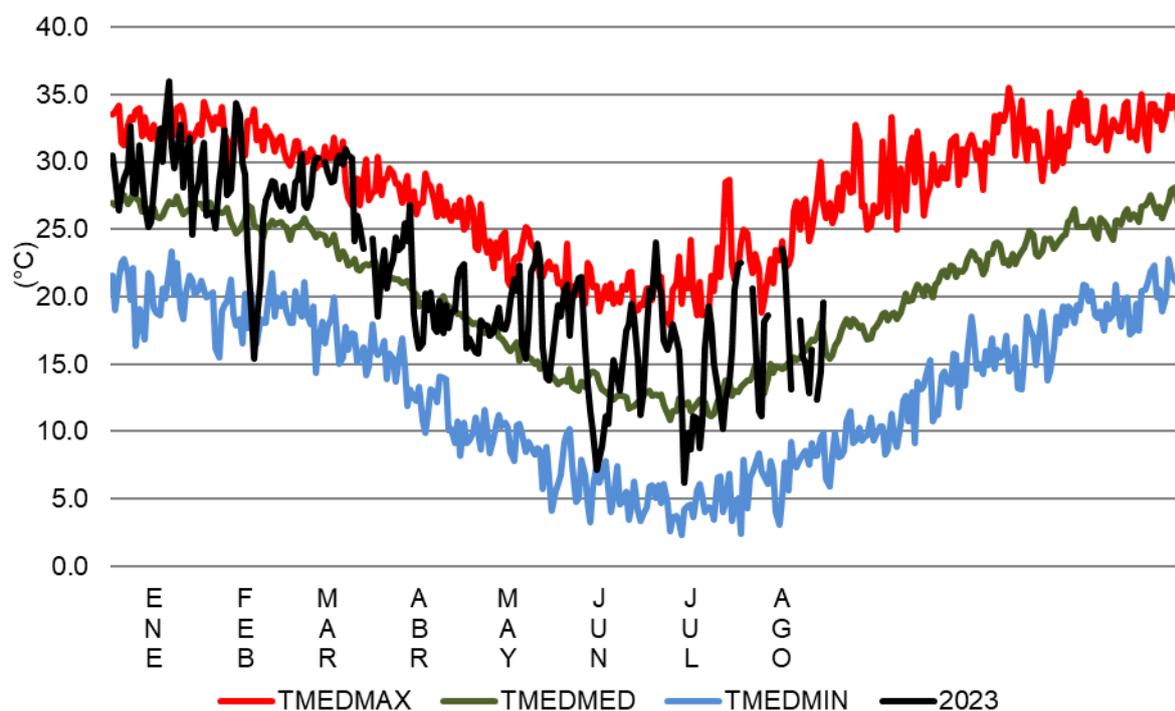


Figura 5. Valores de temperatura media: absoluta máxima, absoluta mínima y valor medio (serie 1991-2020), expresados en forma diaria y, valor de temperatura medio diario del presente año.

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 cultivo<sup>30</sup>. 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.

<sup>30</sup> 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.

Para el cultivo de trigo se han acumulado 177,5, 172,4 y 177,7 grados días (temperatura base:  $0,0^{\circ}\text{C}^{31}$ ) en cada una de las tres décadas respectivamente, totalizando 527,5 grados días<sup>32</sup> para el mes de agosto. En el caso del cultivo de cebolla se emplea como temperatura base  $5,9^{\circ}\text{C}^{33}$  contabilizando de esta forma 118,5, 113,4 y 112,8 grados días en cada una de las tres décadas respectivamente, con iguales aclaraciones del cálculo mencionadas, lo que logra un acumulado mensual de 344,6 grados días.

## PRECIPITACIÓN

No se registró precipitación, siendo 2,5mm el valor promedio de la serie<sup>34</sup> para el presente mes.

En la Figura 6 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de cada uno de los meses de agosto 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 25,0mm 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 agosto, dicho valor es de 0,0mm. Relacionado a esto, el actual mes presentó un comportamiento “normal”.

<sup>31</sup> 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.

<sup>32</sup> Empleando los datos combinados de la estación meteorológica y convencional aclarados en la nota al pie N° **¡Error! Marcador no definido..**

<sup>33</sup> Brewster, J. L. 2008. Chapter 4: Physiology of crop growth. *Onions and other Vegetable Alliums*. (2nd ed.), Vol. 15, CAB International, North America.

<sup>34</sup> Serie histórica considerada para el análisis de las precipitaciones mensuales: 1981-2020.

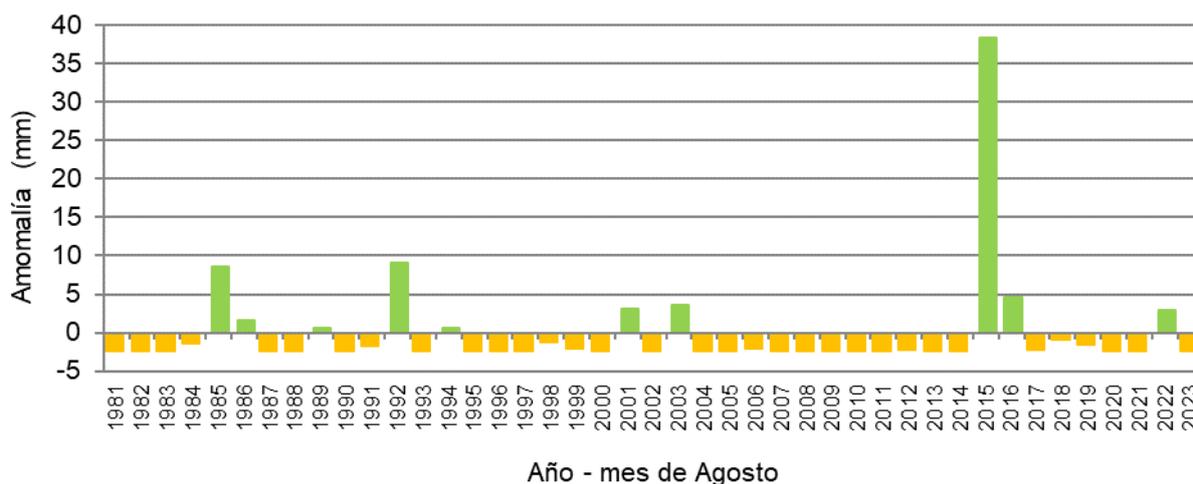


Figura 6. Anomalia de precipitación mensual (mm) para el mes de agosto. Serie histórica (1981-2020).

Analizando el set de datos históricos, se constata que, en 24 años no se registró valor alguno de precipitación.

Se analizaron los valores de precipitación máximos registrados en un día pluviométrico<sup>35</sup>, de acuerdo con la serie histórica del mes de agosto (Tabla 4).

Tabla 4. Valores máximos históricos de precipitación diaria<sup>36</sup> para el mes de agosto.

	Año	mm
1°	2015	36,0
2°	1992	11,5
3°	2016	07,0
4°	2003	06,0
5°	1989,1994,2001	03,0

## INSOLACIÓN

Durante el mes se han acumulado 166,7<sup>37</sup> horas de heliofanía efectiva<sup>38</sup>, el valor promedio de la serie<sup>39</sup> para el presente mes es de 221 horas. Expresado como heliofanía relativa<sup>40</sup>, el presente mes presentó un valor promedio del 72%<sup>41</sup>.

<sup>35</sup> 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.

<sup>36</sup> Serie histórica considerada para el análisis del valor máximo de precipitación acumulada en un día pluviométrico: 1989-2022.

<sup>37</sup> Nótese que faltan registros de diez días.

<sup>38</sup> 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.

<sup>39</sup> Serie de referencia para horas promedio mensual de insolación: 1989-2014.

<sup>40</sup> Heliofanía relativa: relación entre la heliofanía efectiva con respecto a la heliofanía teórica astronómica.

<sup>41</sup> Valor calculado en bases a días con datos de heliofanía.

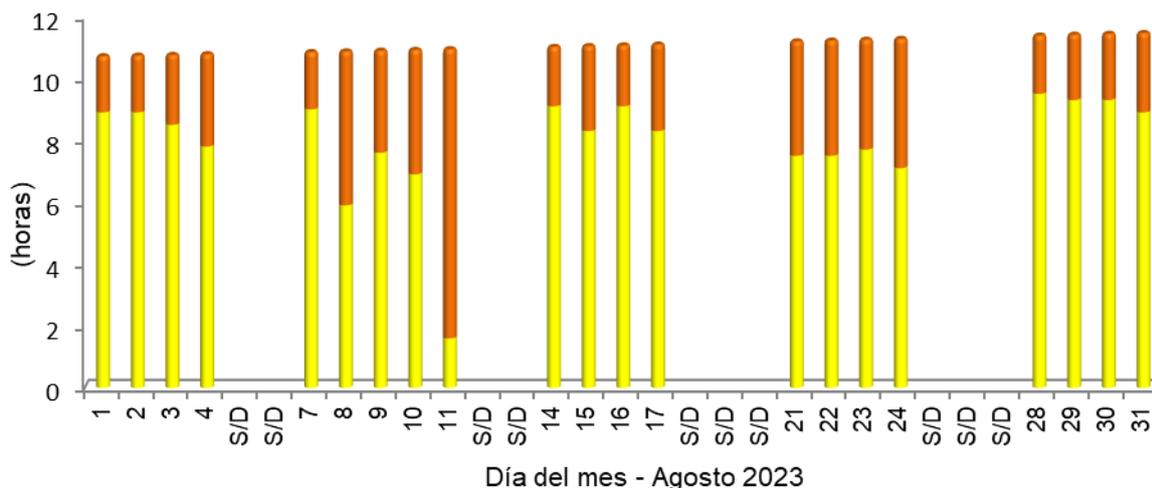


Figura 7. Valores de heliofanía efectiva con relación a la heliofanía teórica astronómica para cada día, expresados en horas y décimos de hora, registrados mediante un heliofanógrafo tipo Campbell-Stokes.

## Viento

Los valores de viento medio diario<sup>42</sup> se tomaron a partir de un anemómetro cuentavueltas totalizador, mientras que el valor de viento máximo<sup>43</sup> se obtuvo a partir de los datos generados por la estación automática (Figura 8), ambos tomados a una altura de dos metros sobre el nivel del suelo.

El valor mensual medio fue de 3,6 km/h<sup>44</sup>, siendo el valor medio de la serie de agosto de 5,5km/h.

El valor de viento máximo más alto del mes fue de 37,0km/h, registrado en la tarde del día 15, proveniente desde la dirección Nornoreste.

<sup>42</sup> 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.

<sup>43</sup> Viento máximo: valor de velocidad máxima monitorizado por un elemento registrador, expresado en este caso en función del día civil.

<sup>44</sup> Con la faltante de datos de quince días.

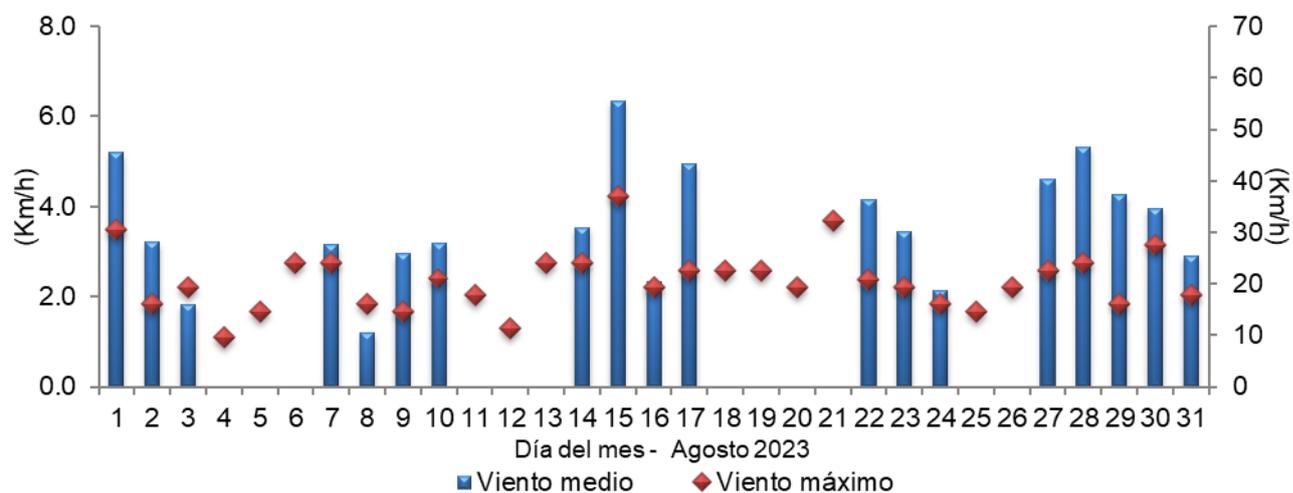


Figura 8. Valores de viento promedio diario a partir de anemómetro y, valor del viento máximo diario registrado por estación meteorológica automática.

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 2.976 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 rumbos<sup>45</sup> posibles de orientación de la dirección del viento. Se registró un 57% de períodos con viento en calma, es decir, velocidades medias iguales a 0,0km/h. La figura fue confeccionada mediante el lenguaje R<sup>46</sup>, con el empleo del paquete “Open Air”<sup>47</sup> (Figura 9).

<sup>45</sup> 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).

<sup>46</sup> 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/>.

<sup>47</sup> Carslaw, D. C. & K. Ropkins (2012). Openair - an R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software*. Volume 27-28, 52-61.

Agosto 2023

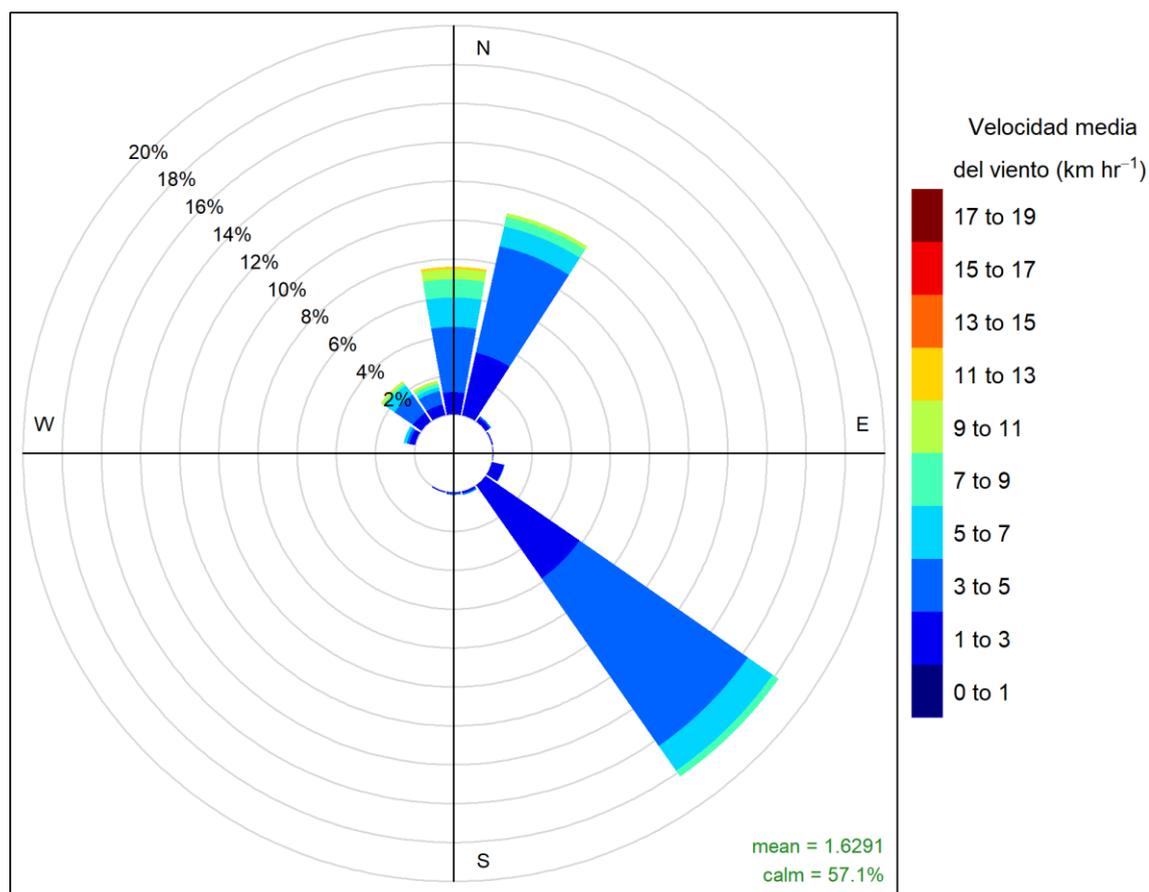


Figura 9. Porcentaje de la dirección del viento prevalente y porcentaje de cada intervalo de velocidad en cada una de las direcciones del viento para el mes de agosto de 2023.

La dirección prevalente del viento fue desde el sector Sureste en 543 periodos seguido por el sector Nornoreste y Norte con 317 y 226 periodos respectivamente. 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, el día 01.

## Humedad

La humedad relativa ambiente media del mes fue de 53%<sup>48</sup>, inferior al valor medio del presente mes. En la Figura 10 se muestran los valores de humedad relativa (HR) expresados como porcentaje. La HR media se tomó como el promedio trihorario de las observaciones diarias<sup>49</sup>. Los valores extremos diarios fueron tomados del registro de datos de la estación automática.

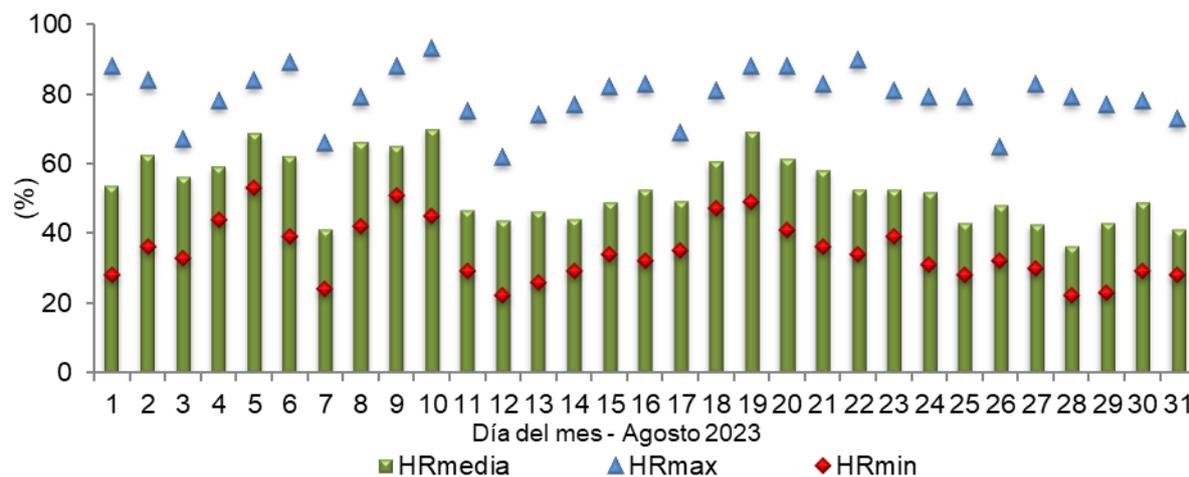


Figura 10. Valores diarios de humedad relativa (%).

El promedio de humedad relativa ambiente máxima diaria es del 79%, mientras que el promedio de valores mínimos diarios es del 35%.

El valor medio de humedad relativa fue superior al valor medio en la segunda y tercera década (Figura 11).



Figura 11. Valores medios de humedad relativa (%) agrupados por décadas para el mes de agosto. Referencias: colores: degradados (agosto serie 1989-2014), colores uniformes (agosto 2023).

<sup>48</sup> Con datos combinados con la estación automática para las horas y días en que estos faltan de la estación convencional.

<sup>49</sup> 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 12 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.

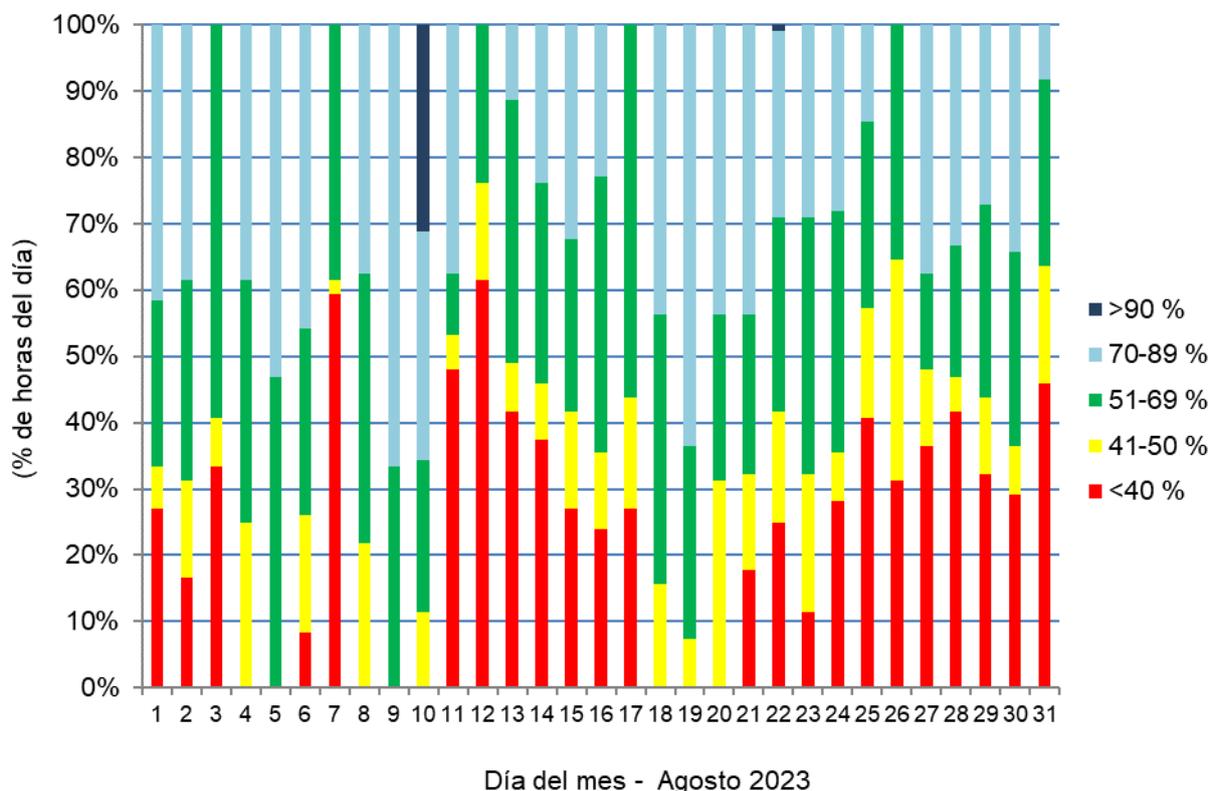


Figura 12. Duración horaria expresada como porcentaje del día para cada intervalo de humedad observado, en base al registro de la estación automática.

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 13).

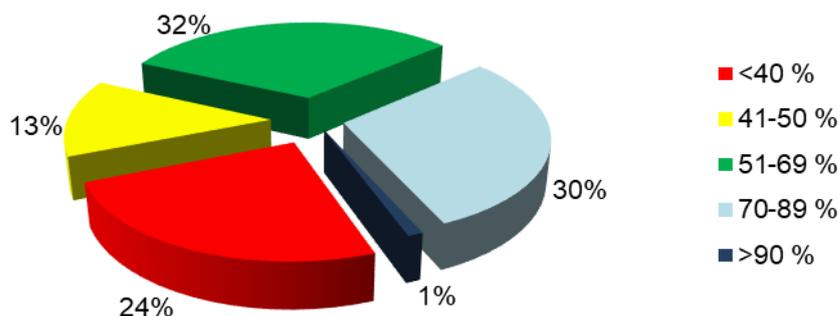


Figura 13. Horas totales mensuales expresadas como porcentaje de los diferentes rangos de humedad.

En el transcurso del mes, se han contabilizado 8 horas con humedad relativa ambiente por encima del 90% (21 horas le correspondían a esta categoría el mes pasado), mientras que fueron 180 horas con humedad relativa por debajo del 40% (45 horas fue el registro del pasado mes de julio).

En esta época del año donde las precipitaciones son escasas y, junto a las bajas temperaturas, se propicia la presencia de material vegetal seco (mayormente vegetación de pasturas), que se constituye en un “combustible fino” que es donde generalmente se inician los fuegos<sup>50</sup>. La humedad relativa del aire es un factor de importancia clave en el comportamiento del fuego, influenciando directamente el contenido de agua del combustible, que a su vez controla el proceso de combustión. Una humedad relativa ambiente igual al 40% es un umbral clave: por debajo de este valor, los combustibles finos queman fácilmente y desde allí el fuego se propaga a otros estratos vegetales<sup>51</sup>. Valores de temperatura por encima de los promedios como se espera para los próximos meses, con lluvias que aún no parecieran que se debe tener en cuenta como señal de alerta al ser un factor que facilite la formación de focos de incendio.

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<sup>52 53 54 55</sup>. Un valor del índice representa el efecto producido por el proceso de intercambio de calor, que puede alterar la respuesta biológica del animal asociada con los cambios en su temperatura corporal<sup>56</sup>. La combinación de elevadas temperaturas con altos porcentajes de humedad relativa del ambiente genera estrés por calor produciendo cambios fisiológicos en los animales disminuyendo así su eficiencia productiva y reproductiva<sup>57 58 59</sup>.

El valor de ITH obtenido en la fórmula se considera como la intensidad de las condiciones de estrés por calor a la que se encuentra expuesto el animal. Esta intensidad se categoriza en bovinos para carne como normal cuando los valores son menores a 75, alerta (leve) para valores de ITH mayores o iguales a 75, peligro (moderado) para valores de ITH mayores o iguales a 79 y emergencia (severo) cuando se alcanzan valores de ITH iguales o

<sup>50</sup> Ver nota con respecto al manejo de esta situación: <https://inta.gov.ar/noticias/vuelve-el-fuego-a-ser-noticia>

<sup>51</sup> Kunst C. y Rodríguez N. (2003). Comportamiento del fuego: una introducción. En C. Kunst, S. Bravo & J. Panigatti (Eds.), *Fuego en los ecosistemas argentinos* (pp189-198). INTA Santiago del Estero Ediciones.

<sup>52</sup> Moran, J. (2005). *Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. Landlinks Press.

<sup>53</sup> 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.

<sup>54</sup> 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.

<sup>55</sup> 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.

<sup>56</sup> 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.

<sup>57</sup> Johnson, J. S. (2018). Heat stress: impact on livestock well-being and productivity and mitigation strategies to alleviate the negative effects. *Animal Production Science*, 58(8), 1404-1413.

<sup>58</sup> Habeeb, A. A., Gad, A. E., & Atta, M. A. (2018). Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *Int. J. Biotechnol. Recent Adv*, 1(1), 35-50.

<sup>59</sup> Dos Santos, M. M., Souza-Junior, J. B. F., Dantas, M. R. T., & de Macedo Costa, L. L. (2021). An updated review on cattle thermoregulation: physiological responses, biophysical mechanisms, and heat stress alleviation pathways. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(24), 30471-30485.

superiores a 84<sup>60</sup>. Los valores del índice mencionados anteriormente se obtienen mediante la fórmula<sup>61</sup>:

$$ITH = (1,8 * T(^{\circ}C) + 32) - \left( 0,55 - \left( 0,55 * \left( \frac{HR}{100} \right) \right) \right) * (1,8 * (T(^{\circ}C) - 26))$$

Aunque el conocimiento del índice por sí solo es beneficioso por permitir determinar el estrés por calor, ajustar este índice por el efecto de la velocidad del viento y la radiación solar incidente resultaría más preciso para evaluar cómo se ve afectado el bienestar animal<sup>62</sup>. Es así, que se emplean estos parámetros en la fórmula a continuación, empleando el valor de ITH calculado con la fórmula presentada previamente, ajustando de esta manera el valor del índice:

$$ITH_{vr} = 4,51 + ITH - \left( 1,992 * Viento \left( \frac{m}{s} \right) \right) + \left( 0,0068 * Radiación \left( \frac{W}{m^2} \right) \right)$$

En la Figura 14 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).

Si bien transitamos el periodo invernal donde se considera más el efecto de las bajas temperaturas en conjunción con el viento, los días 02, 06, 16 y 21 presentaron valores por encima del umbral de 84 ocasionando estrés por calor y afectando así el confort del animal. Fueron calculados valores del índice en la categoría de estrés severo por un espacio de cinco horas y cuarto durante el día 16.

Un 11% del tiempo se encontraron los valores del índice en la categoría de estrés severo, durante la primera década del mes.

La asignación de las categorías clasificatorias es relativamente arbitraria ya que el estrés por calor va a depender no solamente de la combinación de los parámetros meteorológicos, sino también de las prácticas empleadas para manejar el estrés en los animales, las que establecen microclimas puntuales, así como también de la raza del animal (que determina cuán adaptado esté al clima de una región) y de su estado fisiológico<sup>63</sup>, que hace a la susceptibilidad individual del animal<sup>64</sup>.

<sup>60</sup> Armendano J.I., Odeón A.C., Callejas S.S., Echarte L. y Odriozola E.R. 2015. Estrés térmico y síndrome distérmico en bovinos para carne de la provincia de Buenos Aires. 9nas Jornadas Internacionales de Veterinaria Práctica. Mar del Plata.

<sup>61</sup> Referencias: "T" (temperatura en grados centígrados), "HR" (humedad relativa en porcentaje).

<sup>62</sup> Mader, T. L., Davis, M. S., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712-719.

<sup>63</sup> Tao & Xin, 2003, Dikmen & Hansen, 2009 y Ajakaiye *et al.* 2011 citados en Lallo, C.H., Cohen, J., Rankine, D., Taylor, M., Cambell, J., & Stephenson, T. 2018. Characterizing heat stress on livestock using the temperature humidity index (THI)—prospects for a warmer Caribbean. *Regional environmental change*, 18(8), 2329-2340.

<sup>64</sup> Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431-s444.

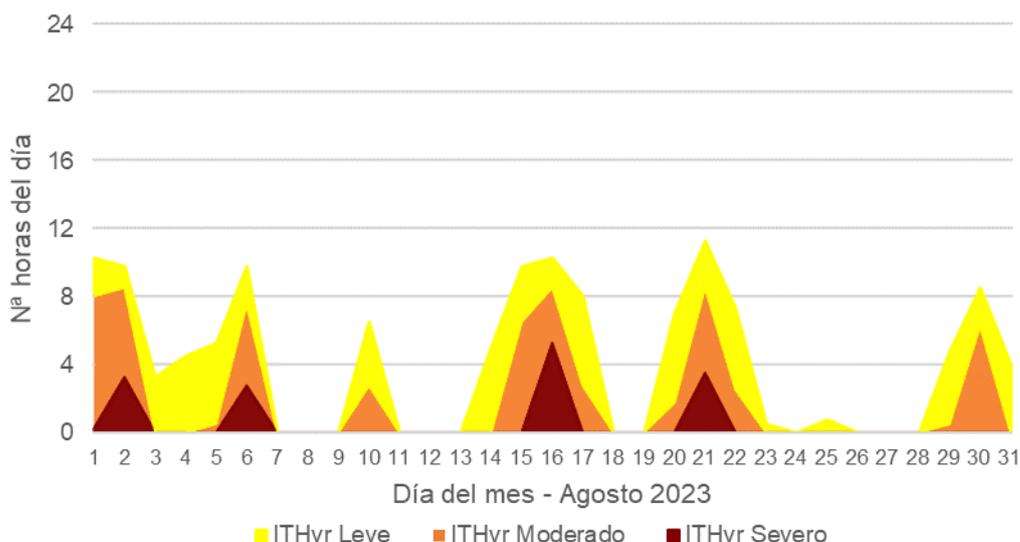


Figura 14. Duración horaria diaria para cada categoría del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de agosto de 2023.

En la Figura 15<sup>65</sup> podemos apreciar los valores que se calcularon para el índice (primero para cada período de 15 minutos registrados por la estación automática y luego promediados de manera horaria) para cada hora, a largo de cada uno de los días del mes de agosto.

Todos los recuadros grises de la Figura 15 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 89 el día 16, entre las 15:15h y 15:45h.

<sup>65</sup> Adaptado de: MacKintosh J. 2020. The hourly heatmap with ggplot2. <https://gist.github.com/johnmackintosh/520643a1f82a0c7df00cf949ba98a4e9>

## Índice "ITHvr" horario, agosto 2023

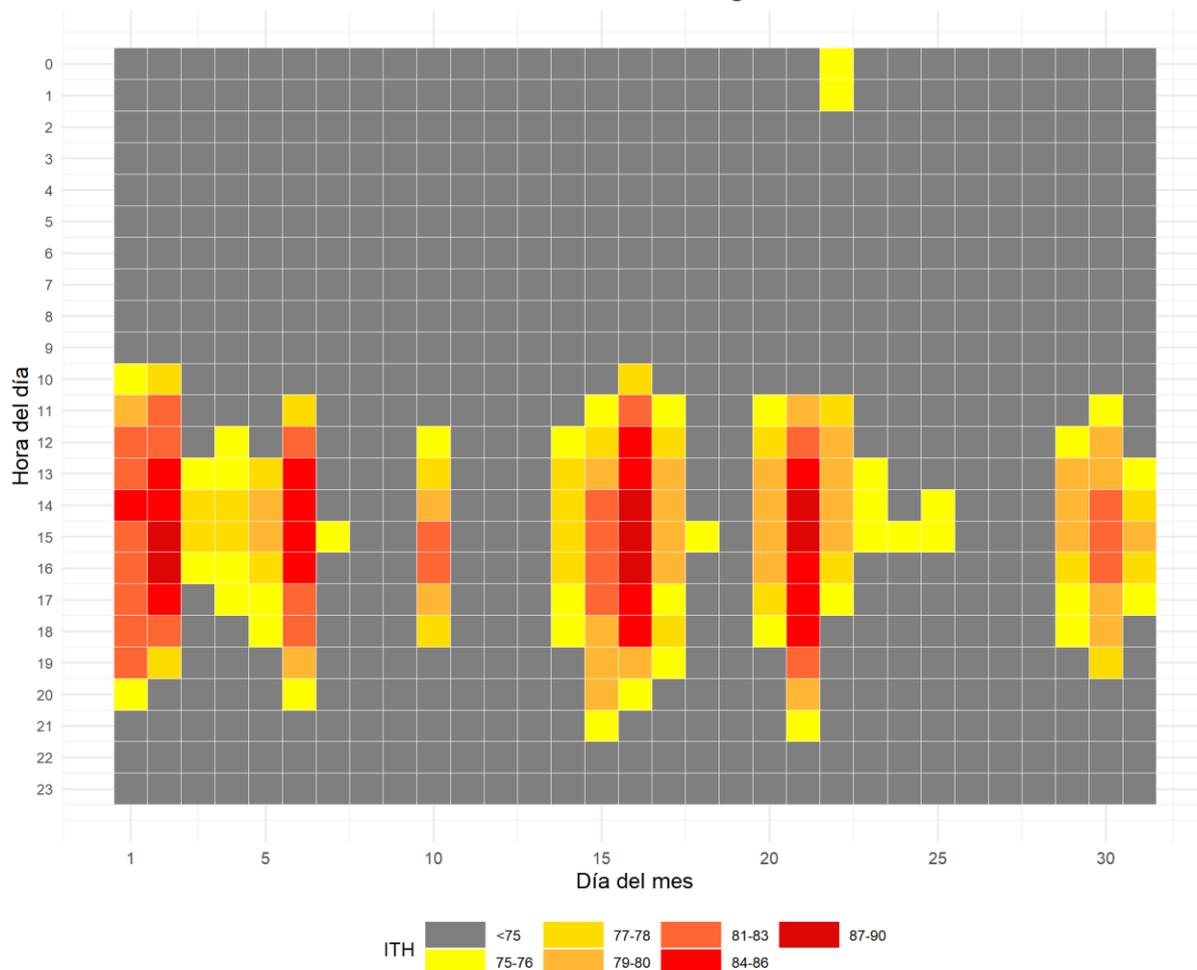


Figura 15. Distribución horaria diaria para cada valor del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de agosto de 2023.

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 animal<sup>52</sup>. Acciones tácticas son requeridas ante los primeros signos del estrés por calor para prevenir o minimizar las pérdidas del rendimiento<sup>56</sup>. 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 productores<sup>64</sup>. 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 raíces<sup>66</sup>. 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 trihorario<sup>67</sup> 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).

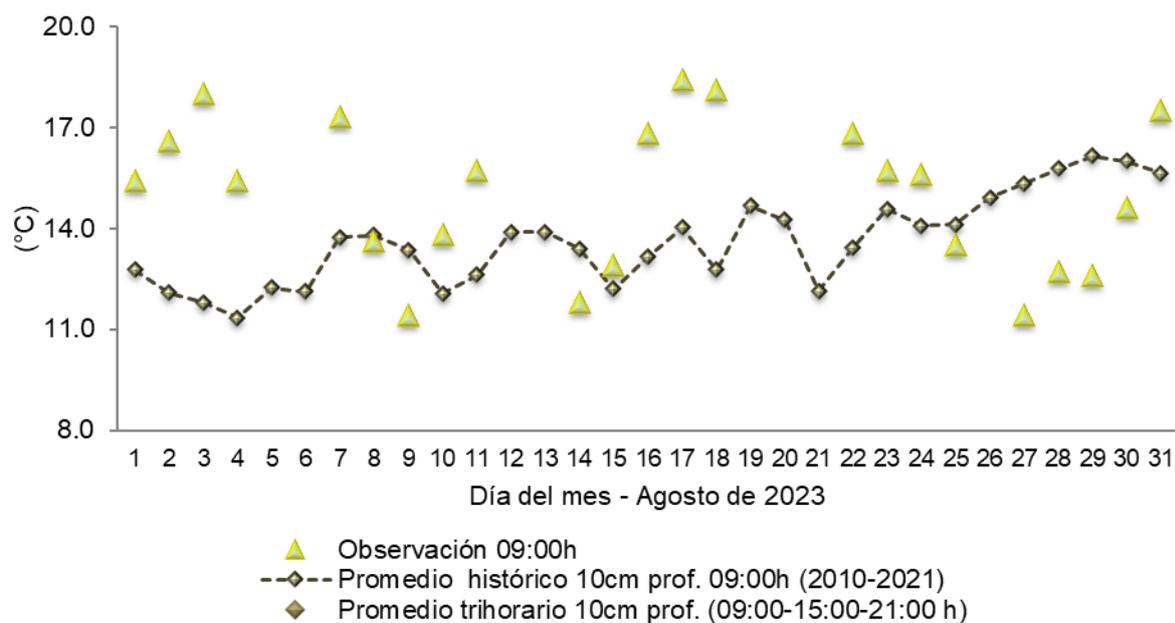


Figura 16. Valor de temperatura de suelo a las 09:00h suelo a 10cm bajo la superficie, valores medios trihorarios de temperatura de suelo a 10cm bajo la superficie. S/D: sin dato.

## 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 (ET<sub>0</sub>)<sup>68</sup>.

<sup>66</sup> 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.

<sup>67</sup> 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).

<sup>68</sup> 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.

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 77,3mm en este mes (Figura 17).

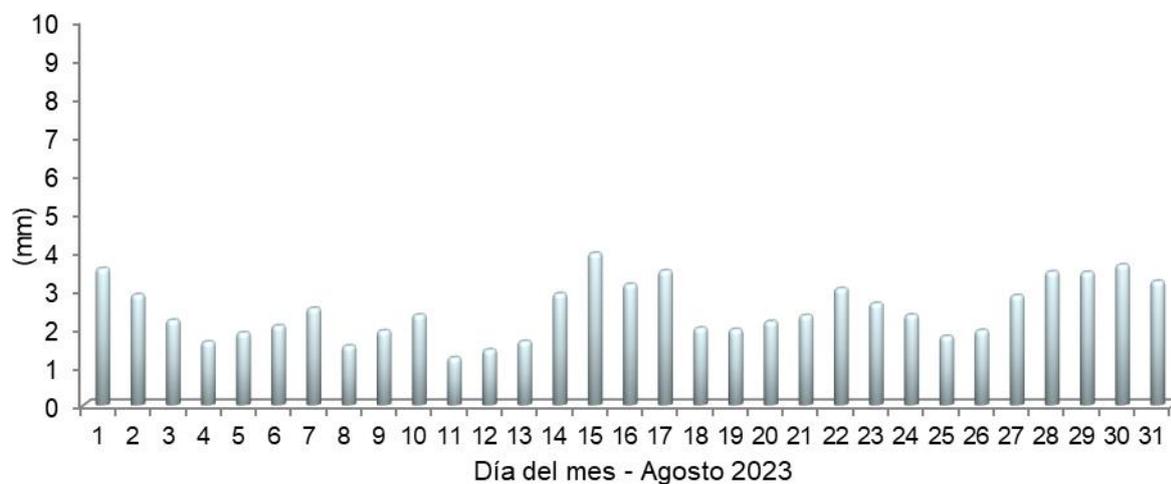


Figura 17. Valores diarios de evapotranspiración. Método Fao-Penman Monteith

Agradecemos la colaboración de los Srs. **Herrera O.W.** y **Roldán H. M.** 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.

## 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 22), así como también un mapa mostrando la anomalía porcentual de la precipitación (figura 23). El mismo análisis se realizó para el período correspondiente a los tres últimos meses en conjunto (figuras 24 y 25).

Todos fueron generados mediante software libre QGIS®<sup>69</sup>, 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. Puig<sup>70</sup> 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 Colombes (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>

<sup>69</sup> QGIS Development Team (2014). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

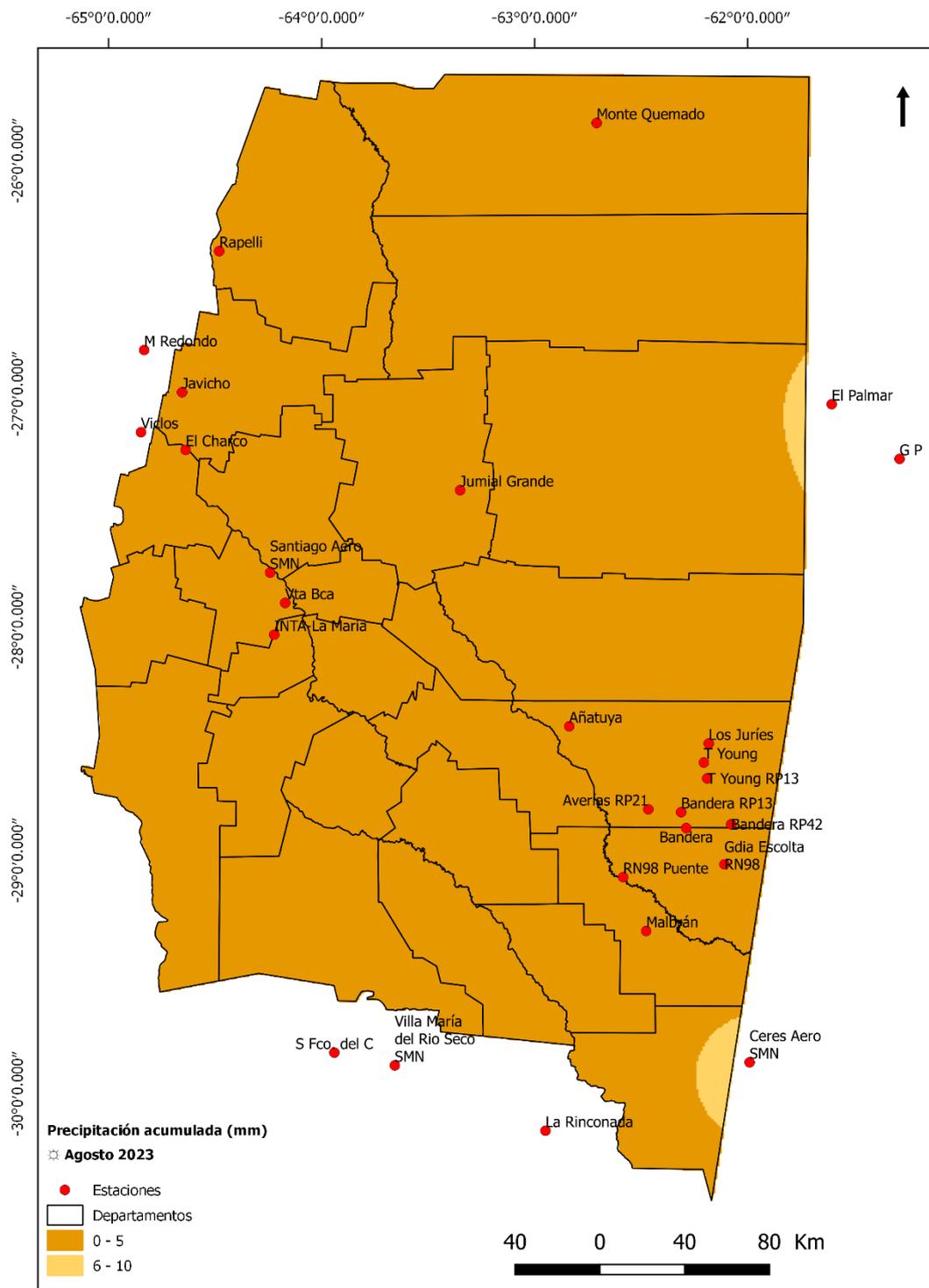
<sup>70</sup> Conforman la red las seis agencias de extensión de la EEA Quimilí, productores, empresas, instituciones y organizaciones de las diferentes zonas, aportando en forma remota los registros de cada evento para la carga de una base datos para su posterior análisis, y construcción de mapas para 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-santiagoueno>

En base a los datos de las estaciones o puntos pluviométricos confiables a los que se accedió, las precipitaciones variaron desde 0,0mm en la mayoría de los puntos hasta menos de 5mm en capital. El punto con el valor más alto empleado en la interpolación corresponde a general Pinedo en la provincia de Chaco con 13,4mm (Figura 18).

Si lo analizamos como anomalía porcentual (Figura 19), durante el mes de agosto, los déficits marcados se evidenciaron en todo parte del territorio provincial de acuerdo con la climatología, particularmente en el noroeste y el sudeste. Solo en la zona de capital lo precipitado representó un 70% de lo esperado.

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 (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

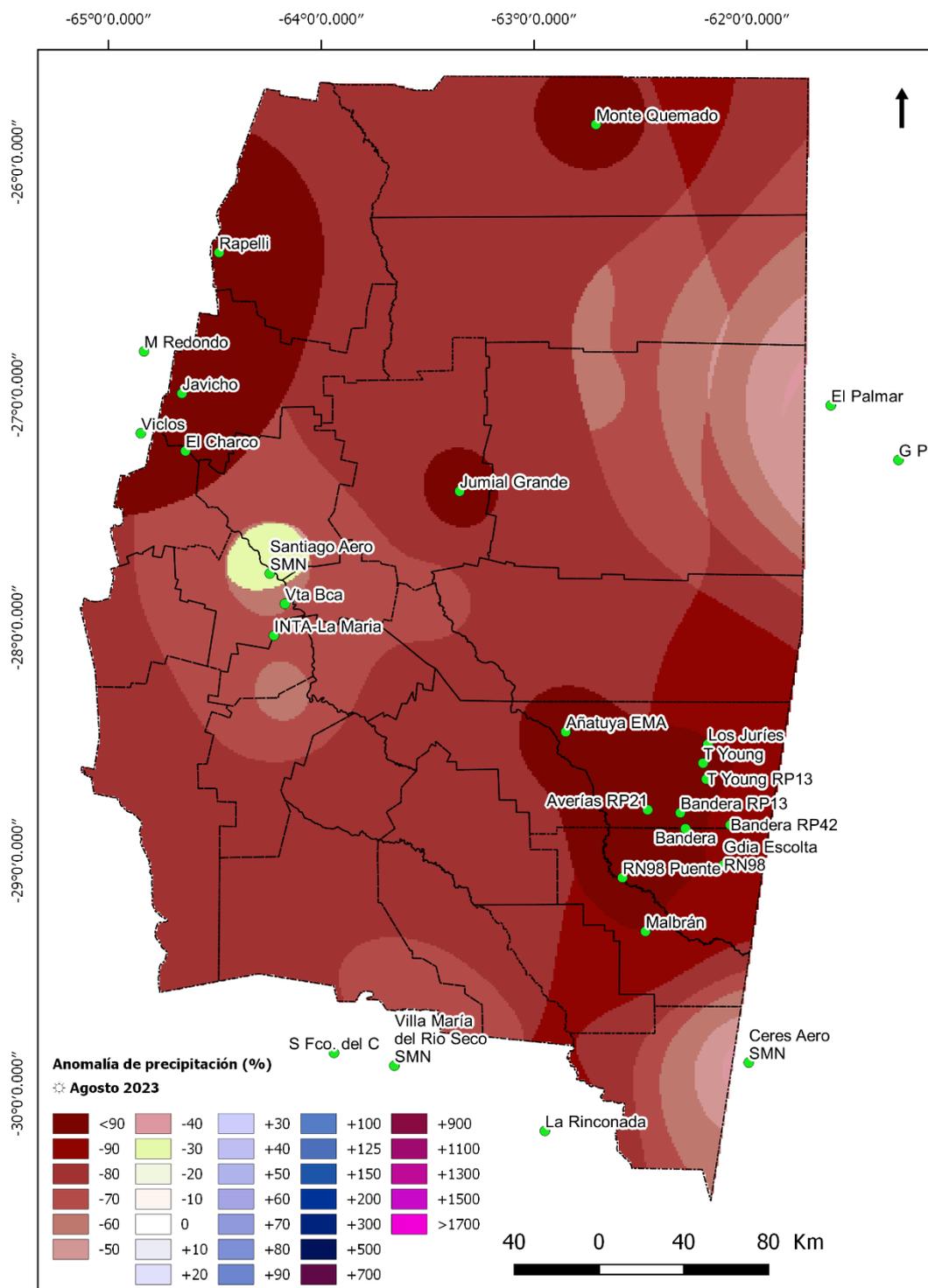


Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía Argentina

Figura 18. Precipitación acumulada (mm) observada durante agosto 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. Anomalía de precipitación (%) registrada durante agosto de 2023.

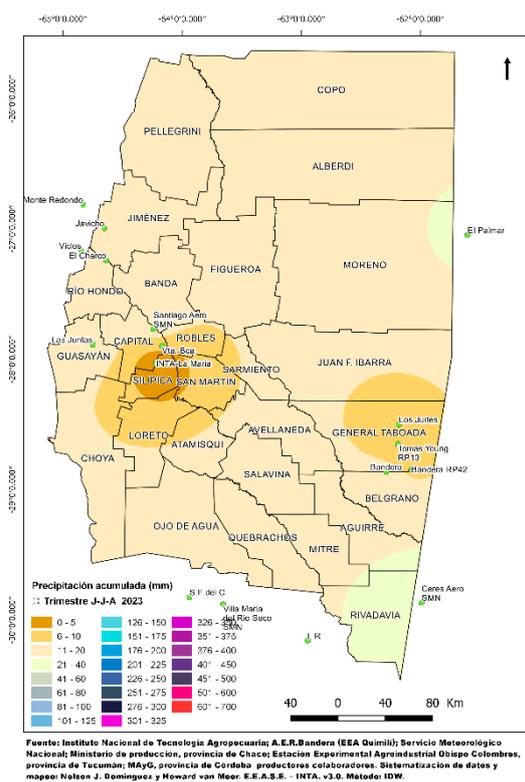


Figura 20. Precipitación acumulada (mm) entre junio y agosto de 2023.

Las lluvias acumuladas durante el trimestre junio-julio-agosto de 2023 (Figura 20) variaron desde los 0,3mm en INTA-La María hasta alrededor de los 15mm en la ciudad Capital. Hacia el sudeste los valores variaron entre 4mm en “Tomas Young RP13” y los 14mm acumulados en Bandera. El valor más alto empleado en la interpolación. Corresponde a Ceres Aero SMN con menos de 40mm. 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.

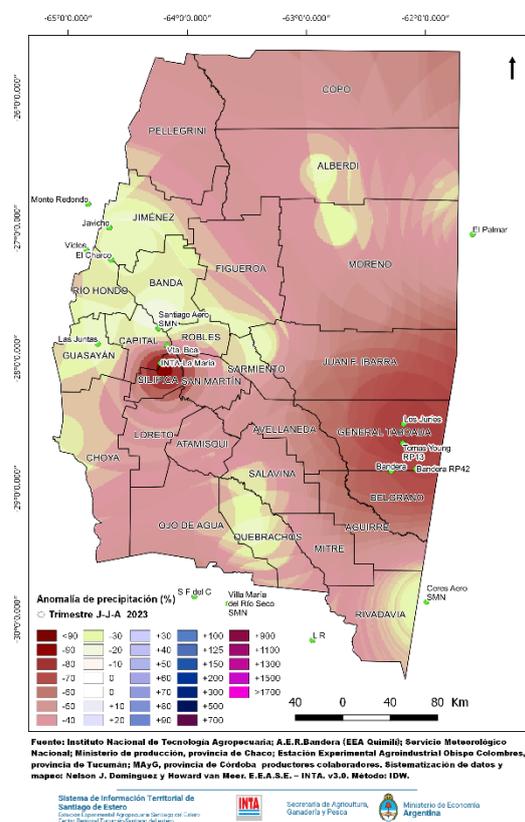


Figura 21. Anomalia de precipitación (%) entre junio y agosto de 2023.

Si analizamos el valor acumulado trimestral con relación al valor promedio histórico para igual periodo de tiempo, podemos apreciar que en el este se presentaron las mayores anomalías negativas que alcanzaron el 75% y el 90% en el centro este. Hacia el noroeste la anomalía fue de alrededor del 30%. Las restantes áreas en que no se cuentan con fuente de datos en esas franjas, la confiabilidad de la representación es baja (Figura 21).

## 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), producto<sup>71</sup> 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 2000-2022 (período operacional del satélite), y se calcula para cada punto del mapa, empleando el software QGIS®, mediante la fórmula:

$$\text{Anomalía relativa del NDVI} = \frac{\text{NDVI}_{2023} - \text{NDVI}_{\text{promedio}}}{\text{Desvío estándar}}$$

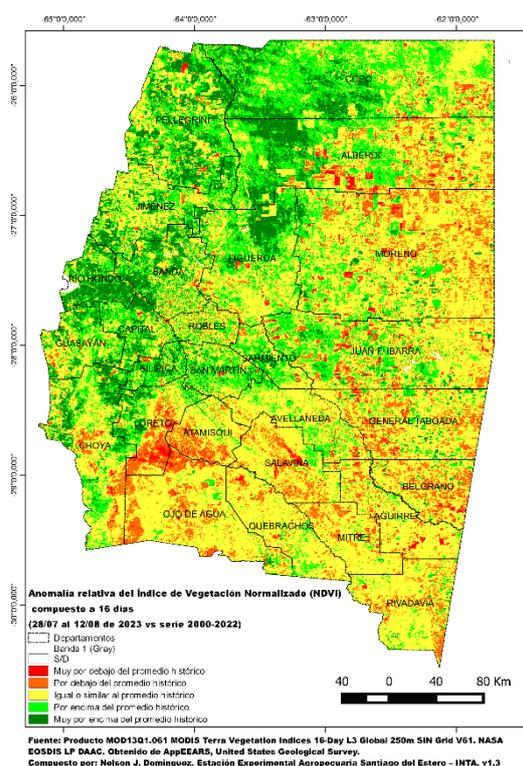


Figura 22. Anomalía relativa del NDVI del 28 de julio al 12 de agosto de 2023.

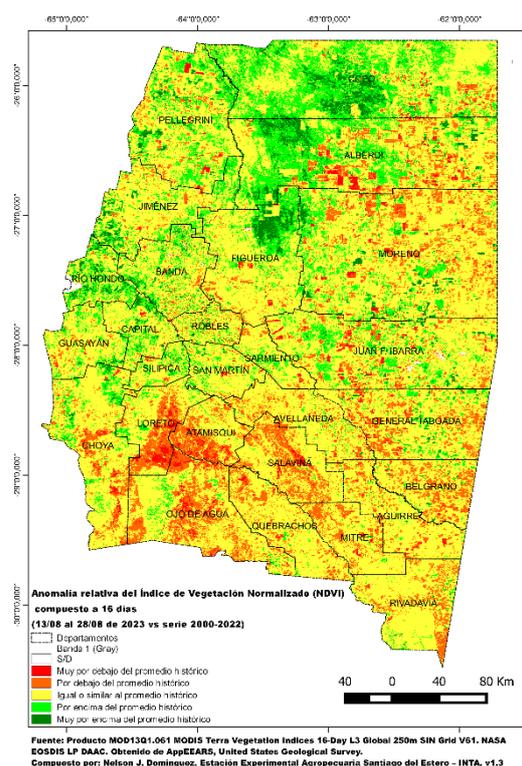


Figura 23. Anomalía relativa del NDVI del 13 de agosto al 28 de agosto de 2023.

<sup>71</sup> 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 2023-10-02.

En la Figura 22 se aprecian condiciones similares a las del periodo anterior con una reducción en las áreas con valores por debajo del promedio.

Si se toma en cuenta la totalidad de los píxeles con datos de la provincia, en este periodo el 54,1% corresponden a la categoría estilizada con amarillo (el 59,5 del área provincial era el ocupado por esta categoría en el período anterior), el 22,6% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) (21,7% en el período anterior) y el 10,8% (5,7% 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 12,6% (13,1% de los píxeles se encontraban en esta categoría en el periodo anterior) del territorio provincial (10,8% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 1,8% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

En la Figura 23 se aprecia un retroceso de las áreas con valores muy por encima del promedio hacia valores promedio

En este período, el 65,5% corresponde a la categoría de “igual o similar al promedio histórico” (amarillo), el 15,7% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) y, el 3,4 %, 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 15,3% del territorio provincial del que se cuenta con datos (13,3% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 2,0% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

## Focos de Calor

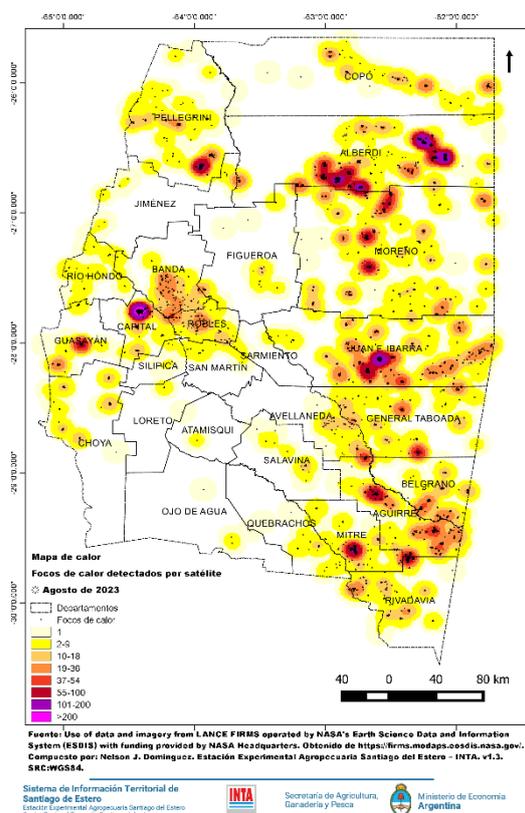


Figura 24. Focos de calor detectados por sensores satelitales y densidad de estos durante el mes de agosto de 2023.

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 agosto. Para ello se emplea el producto “Detección de Fuegos Activos”<sup>72</sup> 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 ( $\geq 1\text{km}$ ), 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 61% menos que respecto al mes anterior. Presentaron mayores densidades en el este provincial con grandes concentraciones en los departamentos Alberdi y J. F. Ibarra y en la zona de los departamentos Banda y Robles (Figura 24).

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](mailto:dominguez.nelson@inta.gov.ar);

Howard van Meer: [vanmeer.howard@inta.gov.ar](mailto:vanmeer.howard@inta.gov.ar)

<sup>72</sup> 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/>