

ISSN N°1850-4086 N°1622 Septiembre 2024

## Informe del Mes de Agosto de 2024

Autor: Dominguez, Nelson Javier

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 entorno de 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 “inferior a la normal”. El valor de temperaturas diarias máximas medio mensual se ha posicionado en la novena ubicación entre los valores más bajos. El valor medio de temperatura máxima de la primera década se ha ubicado en la séptima posición entre los más altos, mientras que en la tercera década se ubica en la tercera posición, pero entre los más bajos. En la tercera década, el valor medio de temperatura mínima se colocó en la octava ubicación entre los más bajos. Se ha registrado al menos un valor diario de temperatura máxima que se encuentra como el 3° valor más bajo. Se han registrado nueve heladas meteorológicas, valor mayor al promedio; dos eventos se clasificaron como de intensidad “fuerte”. Se han registrado quince heladas agronómicas, mayor al

valor promedio.

No se ha registrado precipitación en el actual mes, catalogándose como Normal.

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 levemente por debajo del promedio. Un 02% del tiempo los valores de este parámetro se encontraron por encima del 90%, mientras que un 21% del tiempo los valores se ubicaron en la categoría correspondiente a humedad ambiente “menor a 40%”.

A pesar de transitar el periodo invernal, en los primeros días se alcanzaron valores del índice ITH (modificado por viento y radiación) que corresponden a la categoría de estrés “severo”.

## 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 inferior a la normal<sup>2</sup>, de acuerdo con el promedio de la serie<sup>3</sup>, posicionándose en la novena<sup>4</sup> ubicación, ordenados los años de manera ascendente. Los valores medios, tanto de temperatura máximas como mínimas fueron inferior a la normal, colocándose en el noveno<sup>5</sup> y décimo<sup>6</sup> lugar, no obstante, esta última se ubicó en el tercil central de datos. Los valores medios de temperaturas fueron mayores al del pasado mes de julio.

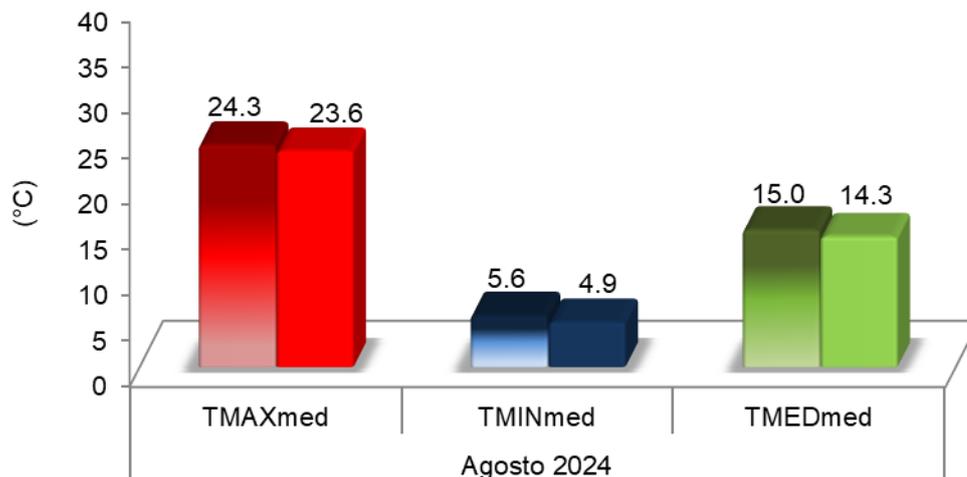


Figura 1. Valores medios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias para el mes de agosto. Referencias: colores degradados (agosto serie 1991-2020), colores uniformes (agosto 2024).

Respecto a igual mes del año anterior, el valor medio de temperaturas máximas fue inferior en 3,2°C y el de temperaturas mínimas lo fue en 2,3°C.

<sup>1</sup> Temperaturas mínimas diarias de los días 02 y 31. Temperaturas máximas y mínimas diarias de los días 03 y 17. 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 emplea el periodo de datos 1991-2020.

<sup>4</sup> Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 13,5°C se ubicaría en la tercera posición.

<sup>5</sup> Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 23,5°C se ubicaría en la séptima posición.

<sup>6</sup> Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 4,0°C se ubicaría en la sexta posición.

El valor de temperatura media fue superior a la normal en la primera década<sup>7</sup> (Fig. 2). Los valores medios de temperaturas 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 2,5°C y en 0,4°C en las dos primeras décadas y fue inferior en 4,5°C en la última. Por su parte, el valor medio de temperaturas mínimas fue superior en 1,5°C en la primera década e inferior en 0,8°C y en 2,7°C en las dos restantes décadas respectivamente. Es en la primera década dónde se registran los valores diarios extremos de temperatura tanto máxima como mínima (Figura 4).

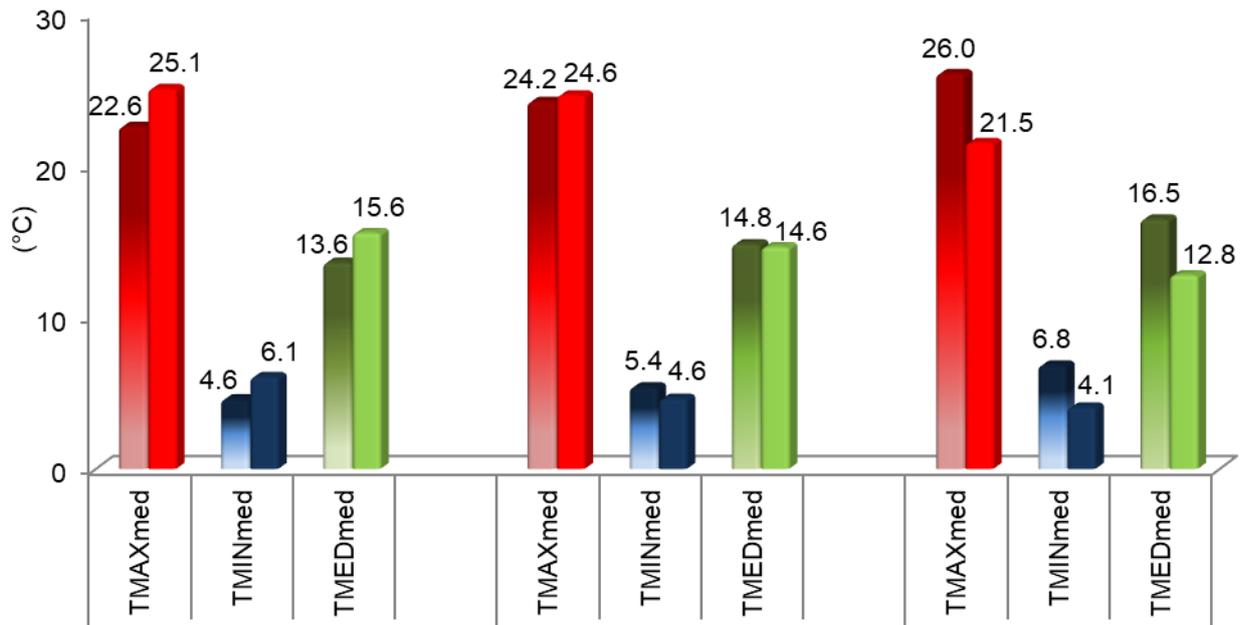


Figura 2. Valores medios de temperaturas máximas, mínimas y medias, agrupadas en períodos decadales, para el mes de agosto. Referencias: colores degradados (agosto serie 1991-2020), colores uniformes (agosto 2024).

El valor medio de temperaturas máximas de la primera década se ubica en la séptima posición<sup>8</sup> y, el valor de temperaturas mínimas medio de esta década se ubica en la decimotercera<sup>9</sup> posición (ordenados los valores de manera descendente). En la segunda década, el valor medio de temperaturas máximas calculado se ubica en la decimocuarta<sup>10</sup> posición, y el valor medio de temperaturas mínimas se ubica en la decimotercera posición<sup>11</sup>. En la tercera

<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 24,8°C se colocaría en la octava ubicación.

<sup>9</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 04,1°C se colocaría en la decimonovena ubicación, compartiéndola con los años 2003 y 2009.

<sup>10</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 24,5°C conservaría la ubicación, compartiéndola con el año 2009.

<sup>11</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 04,1°C se colocaría en la décima ubicación, compartiéndola con el año 2003.

década, el valor promedio de temperaturas máximas<sup>12</sup> se ubica en la tercera posición y, el valor promedio de mínimas en la octava posición<sup>13</sup> (en las dos décadas previas ordenados de manera ascendente). Con respecto a las temperaturas medias, la primera década se ubica en la décima posición<sup>14</sup>, el valor de la segunda<sup>15</sup> se ubica en la decimosegunda posición y, el valor de la tercera<sup>16</sup> década se ubica en la tercera posición (ordenados los valores de la primera década de manera descendente y las otras dos de manera ascendente).

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.

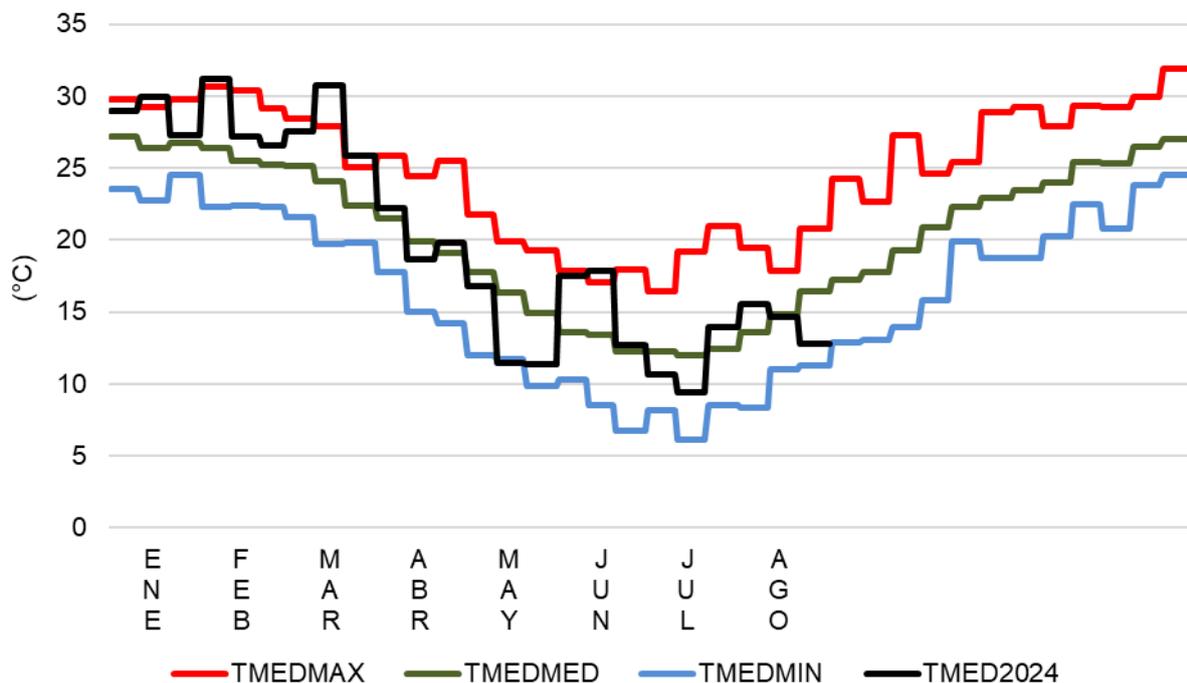


Figura 3. Valores de temperatura media absoluta máxima (TMEDMAX), absoluta mínima (TMEDMIN) y valor medio (serie 1991-2020) (TMEDMED), expresados en forma promedio decadal y, valor de temperatura medio decadal del presente año (TMED2024).

<sup>12</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 21,5°C conservaría igual ubicación.

<sup>13</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 04,0°C conservaría igual ubicación.

<sup>14</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 14,0°C se ubicaría en la decimosexta ubicación.

<sup>15</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 14,4°C se ubicaría en la undécima ubicación.

<sup>16</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 12,6° conservaría igual ubicación.

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>2024</b>	<b>35,6</b>	<b>2024</b>	<b>16,7<sup>18</sup></b>	<b>2024</b>	<b>23,5<sup>19</sup></b>

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 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>2024</b>	<b>11,0</b>	<b>2024</b>	<b>-4,5</b>	<b>2024</b>	<b>5,8</b>

De las tablas se puede mencionar que al menos un día el valor diario de temperatura máxima se ha encontrado entre los más bajos para el mes, correspondiendo para el mismo día, el valor promedio que también se ubica entre lo más bajos.

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

En el actual mes se constató de la ocurrencia de nueve “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 de mayo, siendo la fecha media

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

<sup>18</sup> Valor tomado de estación automática para el día 03.

<sup>19</sup> Valor calculado combinando valor de temperatura máxima de estación convencional con valor mínimo de estación automática para el día 02.

de ocurrencia de primera helada<sup>20</sup> el 3 de junio (criterio de Pascale y Damario, 2004, citados en Fernandez Long *et al.*, 2016<sup>21</sup>).

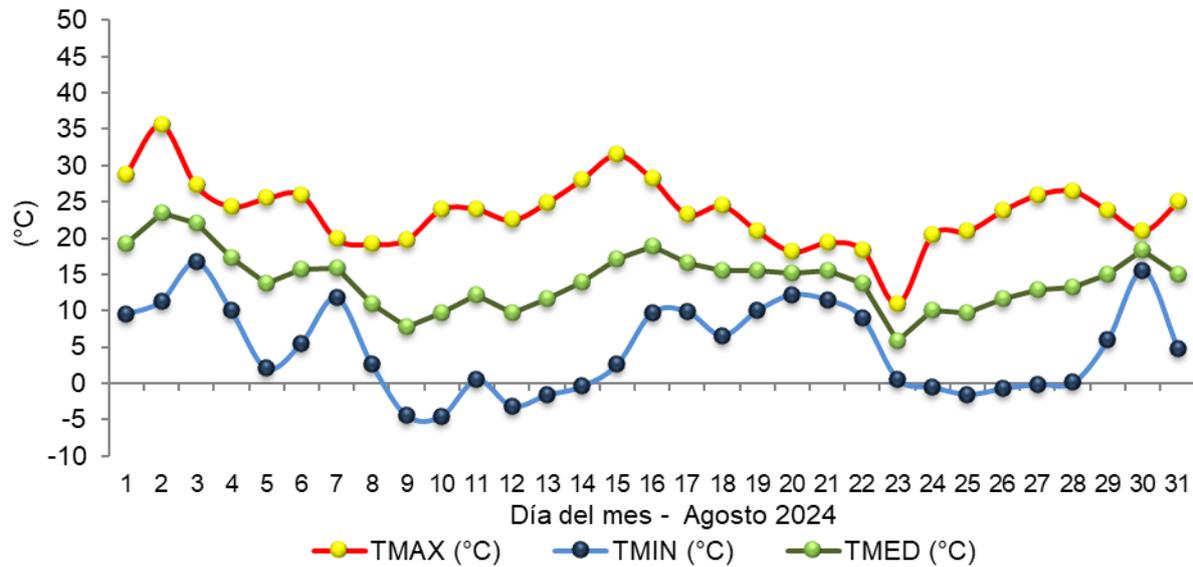


Figura 4. Valores diarios de temperatura para el mes de agosto de 2024.

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 desfavorables<sup>22</sup>. Es aceptado generalmente que el inicio de la latencia ocurre alrededor de la senescencia de las hojas, en el otoño<sup>23</sup> y para la salida de este, es necesaria una cantidad específica de frío invernal que depende de la especie y variedad/cultivar<sup>24</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>25</sup> y considera el período de tiempo durante el cual la

<sup>20</sup> 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.

<sup>21</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>22</sup> 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>

<sup>23</sup> 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>

<sup>24</sup> 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>

<sup>25</sup> 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<sup>26 27 28</sup>, 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 latencia<sup>29</sup>. Teniendo en cuenta los datos brindados por la estación meteorológica automática<sup>30</sup>, durante el presente mes se acumularon aproximadamente **247 horas de frío**, acumulando para el presente periodo invernal 595 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 agosto, valor mínimo diario de temperatura, duración y período<sup>31</sup> 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
9	-4.4	07:45	Desde las 01:30 hasta las 09:15
10	-4.5	06:15	Desde las 02:15 hasta las 08:30
12	-3.1	05:30	Desde las 03:30 hasta las 09:00
13	-1.6	06:30	Desde las 02:00 hasta las 08:30
14	-0.4	00:45	Desde las 07:30 hasta las 08:15
24	-0.5	00:15	Desde las 08:00 hasta las 08:15
25	-1.5	01:45	Desde las 06:45 hasta las 08:30
26	-0.7	01:45	Desde las 06:30 hasta las 08:15
27	-0.1	00:30	Desde las 07:15 hasta las 07:45

El promedio de días con este tipo de heladas en el mes de agosto es de seis, no registrándose en tres años de la serie incluido el año pasado, siendo doce días el número máximo contabilizados en el año 2007. Para igual mes del año pasado, no se registraron eventos de esta clase.

<sup>26</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>27</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>28</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.

<sup>29</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>30</sup> Contabilizando periodos de quince minutos en los cuáles el valor de temperatura mínima del periodo se encuentre dentro del rango.

<sup>31</sup> 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.

Para definir la intensidad de una helada, aplicamos el criterio indicado por Da Motta, 1961<sup>32</sup>, de acuerdo con el cual podemos indicar que han ocurrido seis heladas clasificadas como “suaves”, una “moderada” y dos de intensidad “fuerte”.

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 de mayo 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 helada<sup>33</sup> 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 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
5	2.1	-0,1	Desde las 06:45 hasta las 08:45
8	2.7	-0,1	Desde las 07:00 hasta las 08:45
9	-4.4	-6,8	Desde las 22:45 hasta las 09:30
10	-4.5	-7,0	Desde las 22:15 hasta las 09:00
11	0.5	-3,2	Desde las 03:00 hasta las 08:45
12	-3.1	-5,3	Desde las 00:30 hasta las 09:15
13	-1.6	-4,3	Desde las 23:45 hasta las 08:45
14	-0.4	-2,5	Desde las 03:30 hasta las 08:45
15	2.6	0,4	Desde las 05:45 hasta las 06:00
23	0.6	-1,8	Desde las 01:45 hasta las 04:45
24	-0.5	-3,0	Desde las 04:30 hasta las 08:45
25	-1.5	-4,8	Desde las 03:45 hasta las 08:45
26	-0.7	-2.8	Desde las 04:45 hasta las 08:30
27	-0.1	-2.4	Desde las 04:30 hasta las 08:30
28	0.1	-1,9	Desde las 04:30 hasta las 08:45

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

<sup>33</sup> 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.

De la Tabla 4 podemos indicar que han ocurrido quince “heladas agrometeorológicas” en el actual mes. El promedio de días con este tipo de heladas en el mes de agosto es de once, ocurriendo en todos los años, siendo dieciocho días el número máximo contabilizado en el año 2018. Para igual mes del año anterior se contabilizaron ocho heladas de esta clase.

En la Figura 5 podemos apreciar la evolución de la temperatura ambiente particularmente cuando los registros de la estación automática marcan valores por debajo de 3,0°C y menores. No se muestran valores de temperatura por encima del mencionado umbral.

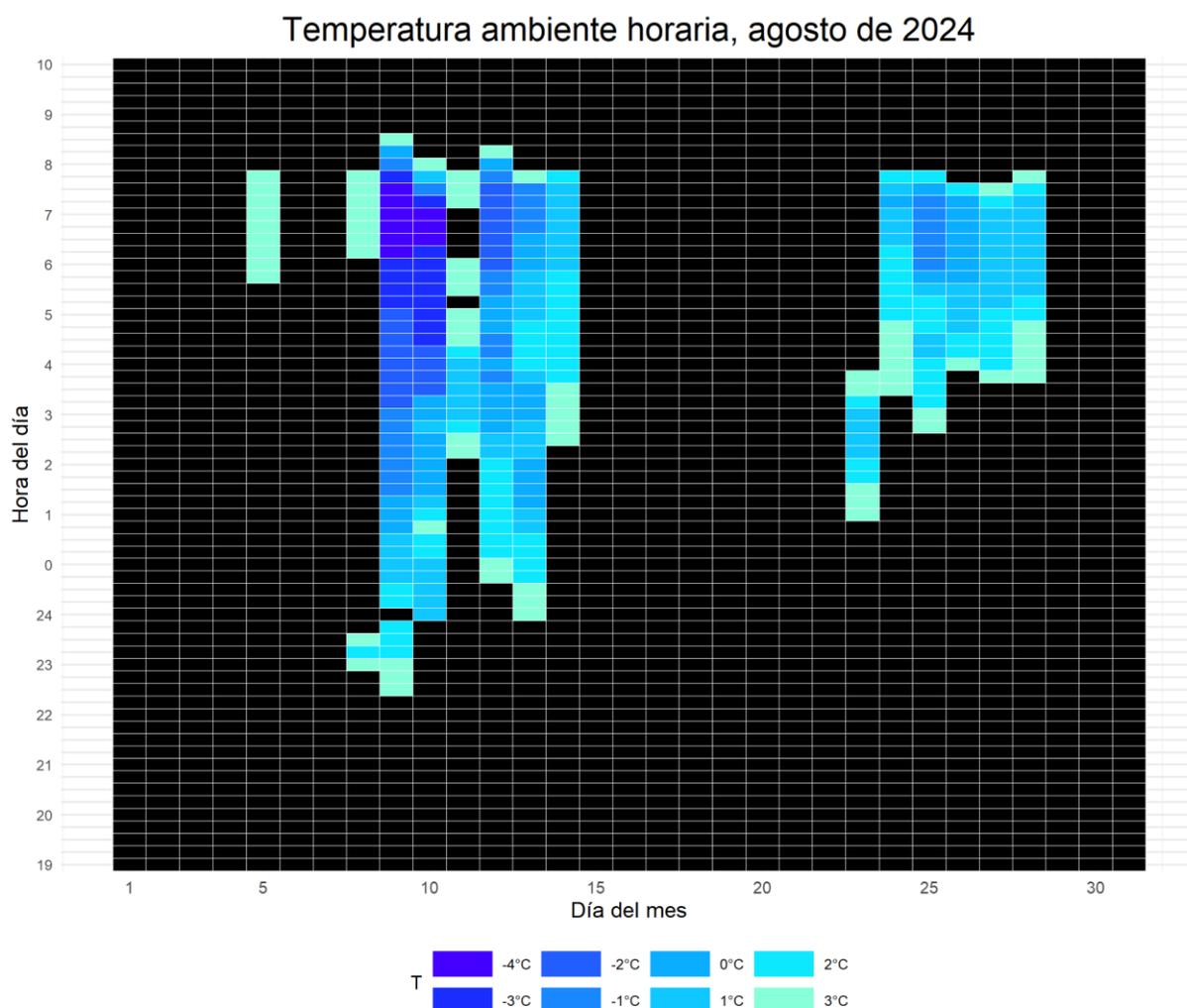


Figura 5. Valores de temperatura ambiente consideradas como heladas agronómicas y meteorológicas a lo largo del día a partir de los datos de la estación meteorológica automática.

En la figura anterior solo se muestran entre las 19:00h del día previo al que indica la etiqueta del eje “x” y se continúa a partir de las 00:00h con el día dónde se registra la helada indicada en tablas previas, hasta las 10:00h solamente.

Un análisis de los valores de temperaturas medias diarias se realizó (Figura 6). 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<sup>34</sup> del corriente año. Particularmente el día 23 presentó un valor medio para ese día que es más bajo que el mínimo de la actual climatología.

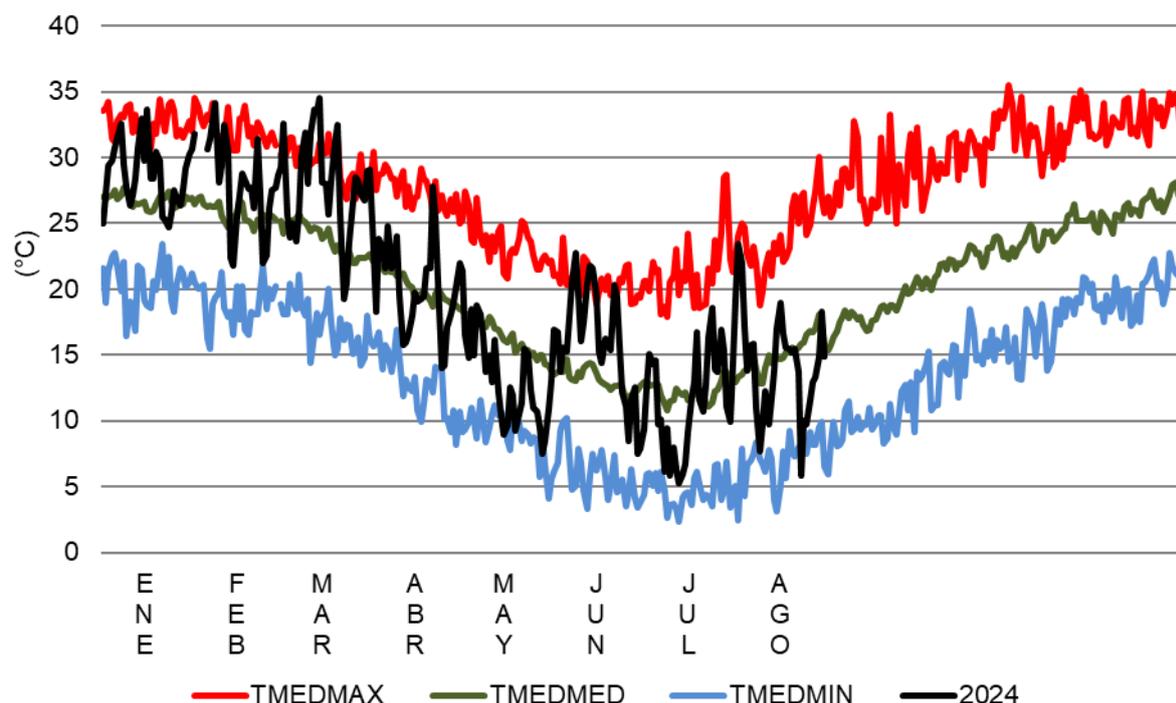


Figura 6. Valores de temperatura media: absoluta máxima, absoluta mínima y valor medio (serie 1991-2020), expresados en forma diaria y, valor de temperatura medio diario del presente año.

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>35</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) 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 155,6, 146,3 y 140,6 grados días (temperatura base: 0,0°C<sup>36</sup>) en cada una de las tres décadas respectivamente, totalizando 442,5 grados días para el

<sup>34</sup> Incluye los valores de temperaturas medias diarias calculados combinando con los datos de la estación automática cuando estos faltasen de la estación convencional.

<sup>35</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.

<sup>36</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.

mes de julio. En el caso del cultivo de cebolla se emplea como temperatura base  $5,9^{\circ}\text{C}$ <sup>37</sup> contabilizando de esta forma 96,6, 87,3 y 75,7 grados días en cada una de las tres décadas respectivamente, con iguales aclaraciones del cálculo mencionadas, lo que logra un acumulado mensual de 259,6 grados días.

## PRECIPITACIÓN

No se registró precipitación, siendo el valor promedio de la serie<sup>38</sup> para el presente mes de 3,0mm. En 25 años de la serie no se registró precipitación.

En la Figura 7 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de cada uno de los meses de julio de la serie de datos histórica de precipitación mensual acumulada (1981-2023) respecto al promedio.

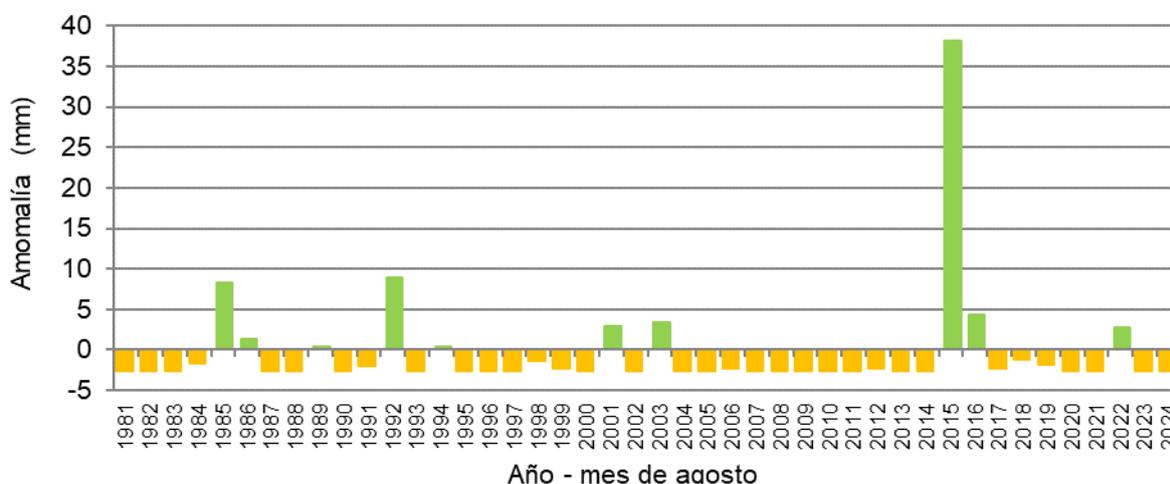


Figura 7. Anomalía de precipitación mensual (mm) para el mes de agosto. Climatología 1991-2020.

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 41mm como valor máximo ocurrido en el año 2015.

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 julio, dicho valor es de 0,0mm. Relacionado a esto, el actual mes presentó un comportamiento “normal”.

<sup>37</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>38</sup> Serie histórica considerada para el análisis de las precipitaciones mensuales: 1991-2020.

Se analizaron los valores de precipitación máximos registrados en un día pluviométrico<sup>39</sup>, de acuerdo con la serie histórica del mes de agosto (Tabla 5).

Tabla 5. Valores máximos históricos de precipitación diaria<sup>40</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 199,6<sup>41</sup> horas de heliofanía efectiva<sup>42</sup>, el valor promedio de la serie<sup>43</sup> para el presente mes es de 221 horas. Expresado como heliofanía relativa<sup>44</sup>, el presente mes presentó un valor promedio del 62%<sup>45</sup>.

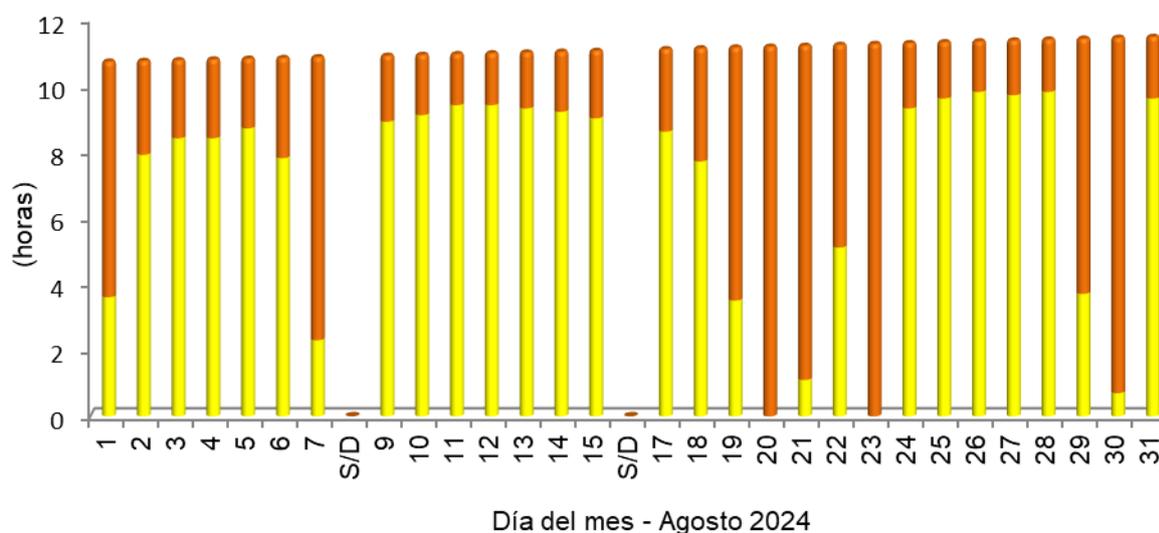


Figura 8. Valores de heliofanía efectiva con relación a la heliofanía teórica astronómica para cada día, expresados en horas y décimos de hora, registrados mediante un heliofanógrafo tipo Campbell-Stokes.

La heliofanía efectiva promedio fue superior al valor esperado solamente en la primera década. En la tercera década el valor se encuentra alejado del valor promedio (Figura 9).

<sup>39</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>40</sup> Serie histórica considerada para el análisis del valor máximo de precipitación acumulada en un día pluviométrico: 1989-2023.

<sup>41</sup> Nótese que faltan registros de dos días.

<sup>42</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>43</sup> Serie de referencia para horas promedio mensual de insolación: 1989-2014.

<sup>44</sup> Heliofanía relativa: relación entre la heliofanía efectiva con respecto a la heliofanía teórica astronómica.

<sup>45</sup> Valor calculado en relación con días con datos de heliofanía.

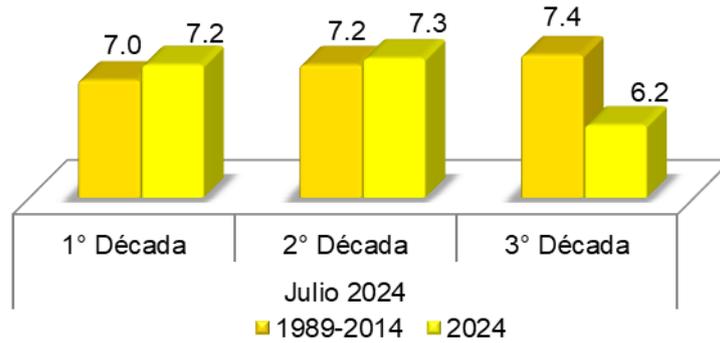


Figura 9. Valores medios de heliofanía efectiva (horas) agrupados por décadas para el mes de agosto de 2024.

## Viento

Los valores de viento medio diario<sup>46</sup> se tomaron a partir de un anemómetro cuentavueeltas totalizador, mientras que el valor de viento máximo<sup>47</sup> 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 6,1km/h<sup>48</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 12, proveniente desde la dirección Noroeste.

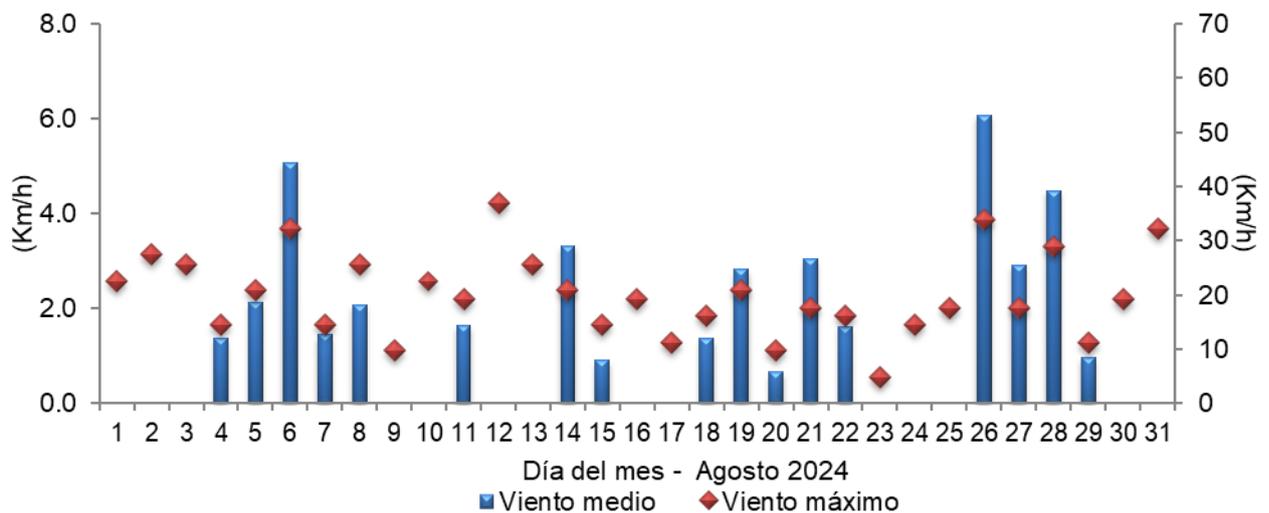


Figura 10. Valores de viento promedio diario a partir de anemómetro y, valor del viento máximo diario registrado por estación meteorológica automática.

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

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

<sup>48</sup> Con la faltante de datos de doce días.

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>49</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>50</sup>, con el empleo del paquete “Open Air”<sup>51</sup> (Figura 11).

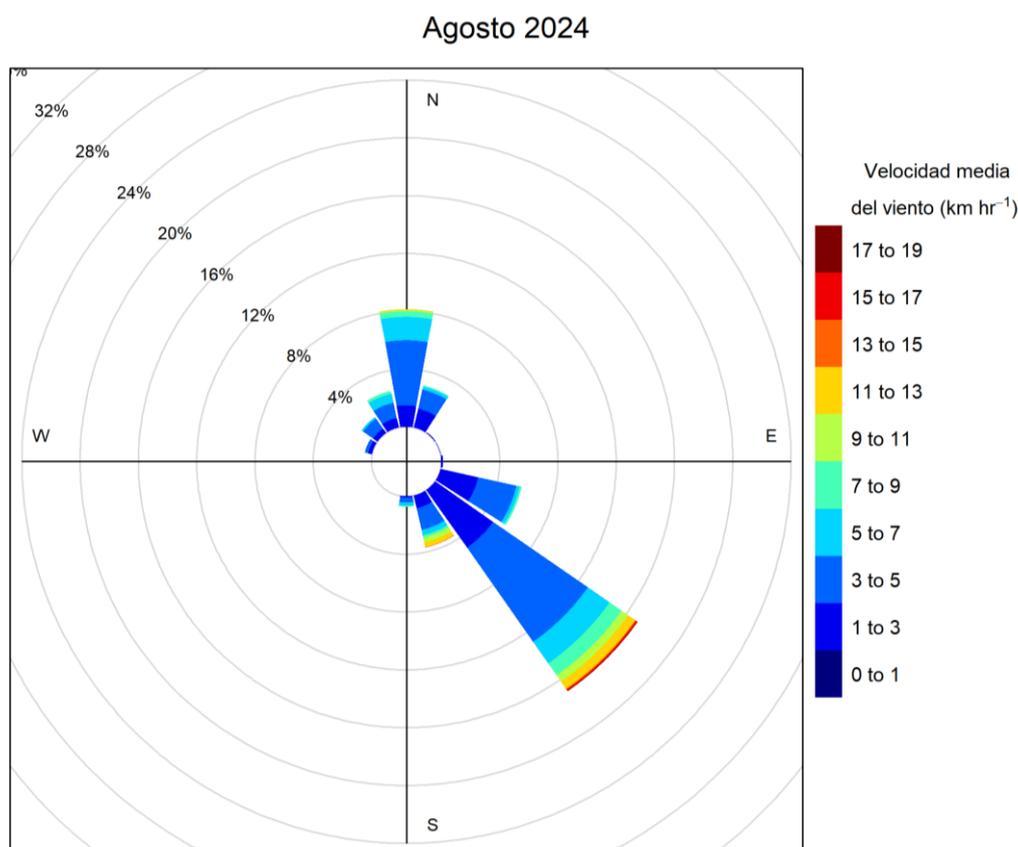


Figura 11. Porcentaje de la dirección del viento prevalente y porcentaje de cada intervalo de velocidad en cada una de las direcciones del viento para el mes de agosto de 2024.

La dirección prevalente del viento fue desde el sector Sureste en 505 períodos, seguido por el sector Norte con 242 períodos, el Estesudeste con 170 y, 110 periodos para el Sudsudeste. La mayor proporción de velocidades se encontraron en el rango de 3 a 5km/h. El periodo con vientos medios más fuertes fue de 17,0km/h, desde la dirección Sureste en la siesta del día 06.

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

<sup>50</sup> 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/>.

<sup>51</sup> 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 56%<sup>52</sup>, levemente menor 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 diarias<sup>53</sup>. Los valores extremos diarios fueron tomados del registro de datos de la estación automática.

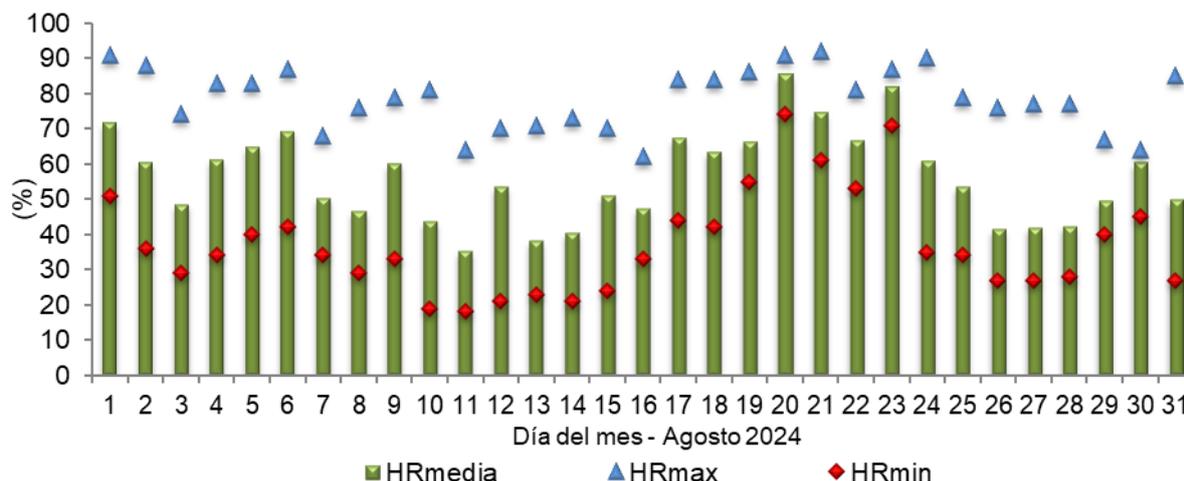


Figura 12. Valores diarios de humedad relativa (%).

El promedio de humedad relativa ambiente máxima diaria es del 79%, mientras que el promedio de valores mínimos diarios es del 37%.

El valor medio de humedad relativa fue similar, pero siempre por debajo del valor medio (Figura 13).

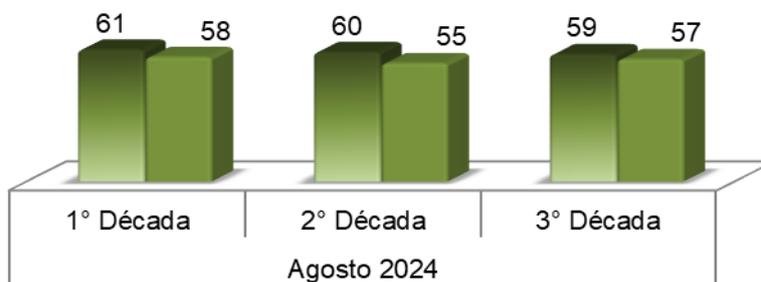


Figura 13. Valores medios de humedad relativa (%) agrupados por décadas para el mes de agosto. Referencias: colores: degradados (agosto serie 1989-2014), colores uniformes (agosto 2024).

<sup>52</sup> 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 05, 06, 09, 12, 15, 19, 20, 23, 27, 28 y 30).

<sup>53</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 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.

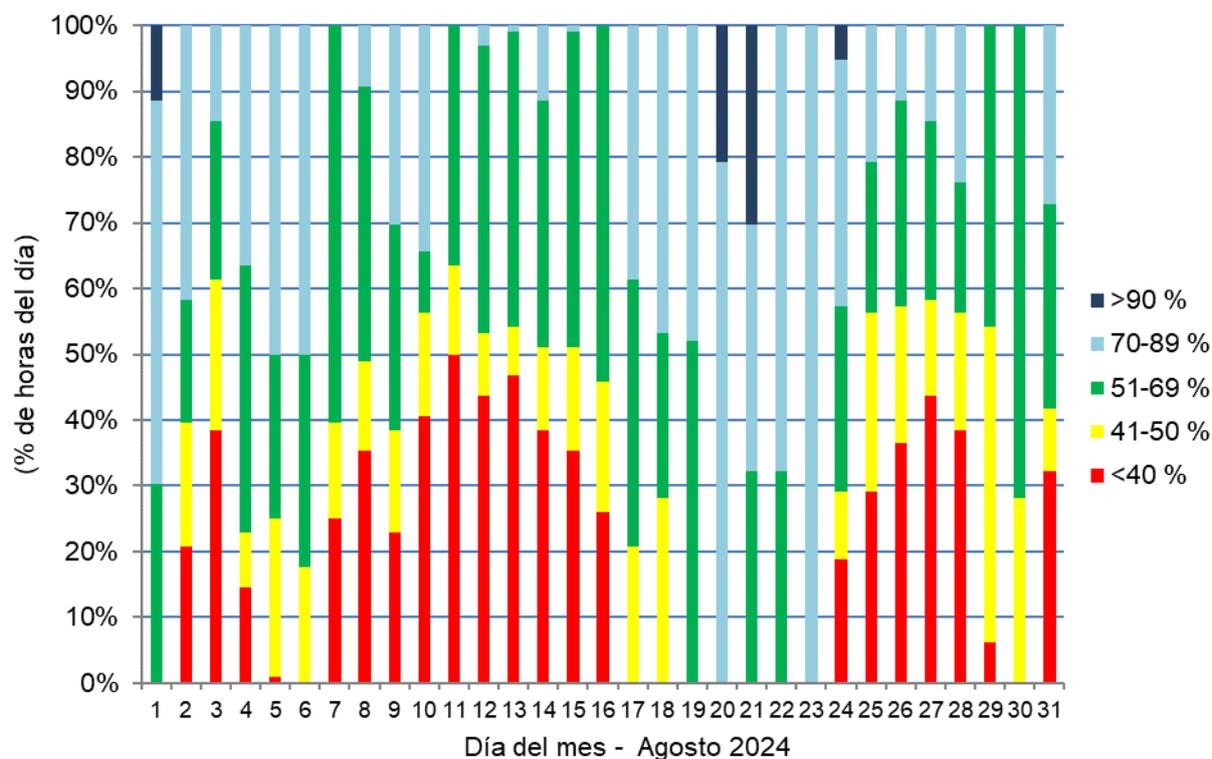


Figura 14. Duración horaria expresada como porcentaje del día para cada intervalo de humedad observado, en base al registro de la estación automática.

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).

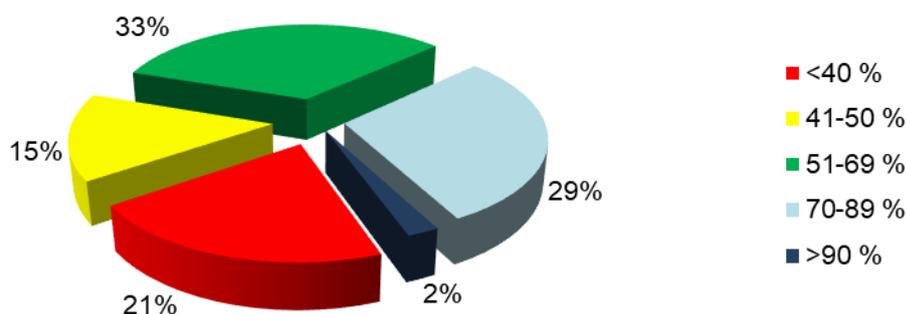


Figura 15. Horas totales mensuales expresadas como porcentaje de los diferentes rangos de humedad.

En el transcurso del mes, se han contabilizado 16 horas con humedad relativa ambiente por encima del 90% (55 horas le correspondían a esta categoría el mes pasado), mientras que fueron 155 horas con humedad relativa por debajo del 40% (86 horas fue el registro del pasado mes de junio).

En esta época del año donde las precipitaciones son escasas, 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>54</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>55</sup>. Valores de temperatura por encima de los promedios como se espera para los próximos meses, con lluvias que se prevén escasas, se deben tener en cuenta como señal de alerta al ser factores que facilitan 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>56 57 58 59</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>60</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>61 62 63</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>54</sup> Ver nota con respecto al manejo de esta situación: <https://inta.gov.ar/noticias/vuelve-el-fuego-a-ser-noticia>

<sup>55</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>56</sup> Moran, J. (2005). *Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. Landlinks Press.

<sup>57</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>58</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>59</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>60</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>61</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>62</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>63</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>64</sup>. Los valores del índice mencionados anteriormente se obtienen mediante la fórmula<sup>65</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>66</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:

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

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).

Si bien transitamos el periodo invernal donde se considera más el efecto de las bajas temperaturas en conjunción con el viento, los días 02, 03 y 15 presentaron valores por encima del umbral de estrés por calor moderado, afectando así el confort del animal. Incluso el día 02 casi 7 horas superaron el umbral de 84, en consonancia con los valores de temperatura media elevados durante esa primera década. Un 05% del tiempo se encontraron los valores del índice en la categoría de estrés severo, durante la primera década del mes.

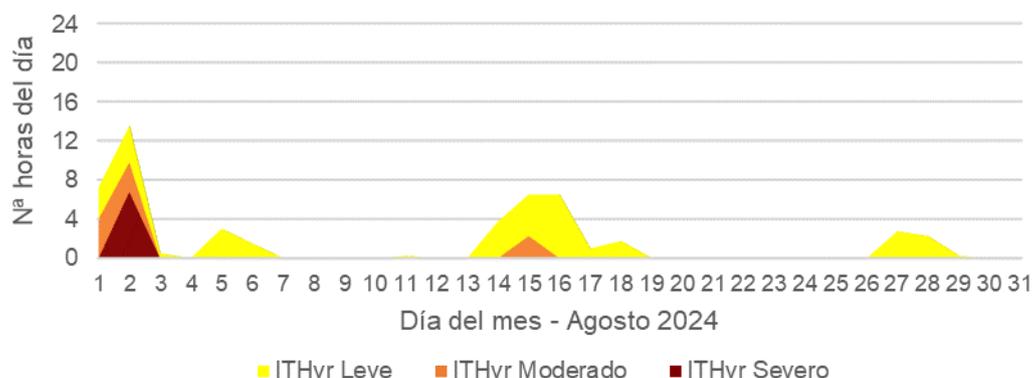


Figura 16. Duración horaria diaria para cada categoría del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de agosto de 2024.

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

<sup>64</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>65</sup> Referencias: "T" (temperatura en grados centígrados), "HR" (humedad relativa en porcentaje).

<sup>66</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.

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>67</sup>, que hace a la susceptibilidad individual del animal<sup>68</sup>.

En la Figura 17<sup>69</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.

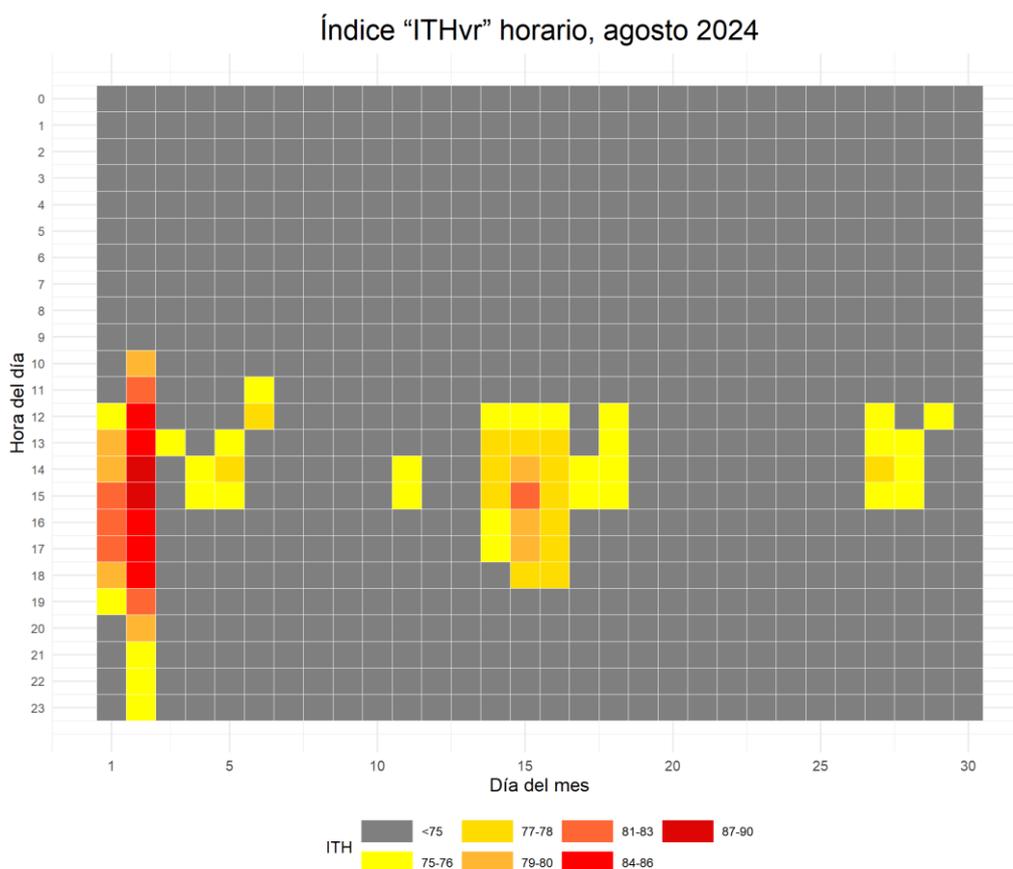


Figura 17. Distribución horaria diaria para cada valor del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de agosto de 2024.

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 87 el día 16, entre las 14:30h y 15:45h.

<sup>67</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>68</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.

<sup>69</sup> Adaptado de: MacKintosh J. 2020. The hourly heatmap with ggplot2. <https://gist.github.com/johnmackintosh/520643a1f82a0c7df00cf949ba98a4e9>

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>56</sup>. Acciones tácticas son requeridas ante los primeros signos del estrés por calor para prevenir o minimizar las pérdidas del rendimiento<sup>60</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>68</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>70</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>71</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 18).

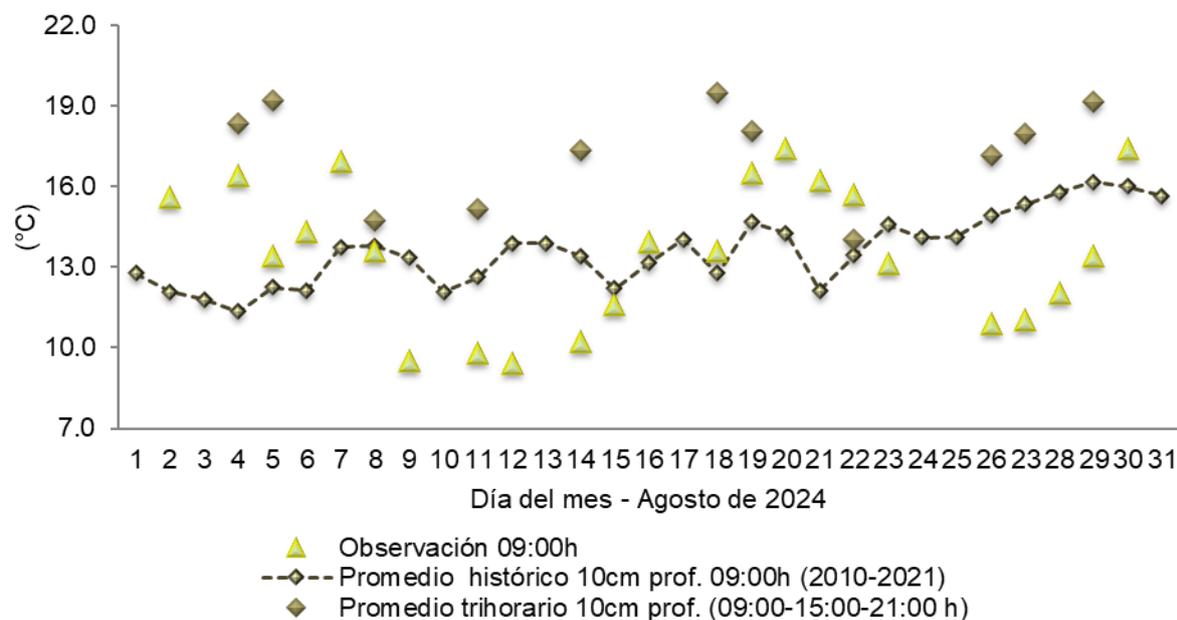


Figura 18. Valor de temperatura de suelo a las 09:00h suelo a 10cm bajo la superficie, valores medios trihorarios de temperatura de suelo a 10cm bajo la superficie. S/D: sin dato.

<sup>70</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>71</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).

## 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>72</sup>.

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 61,2mm en este mes (Figura 19).

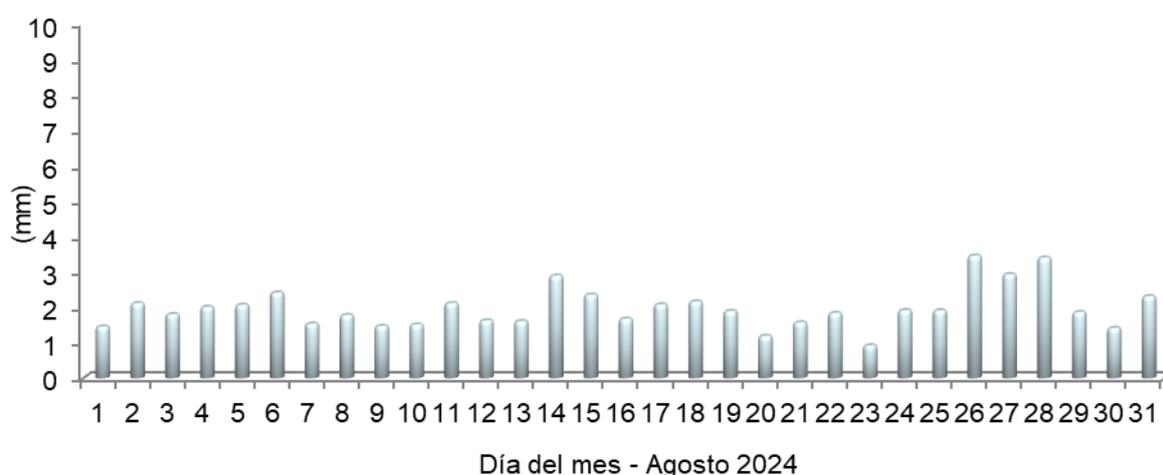


Figura 19. Valores diarios de evapotranspiración. Método Fao-Penman Monteith

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.

<sup>72</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.

## 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®<sup>73</sup> 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. Puig<sup>74</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 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.

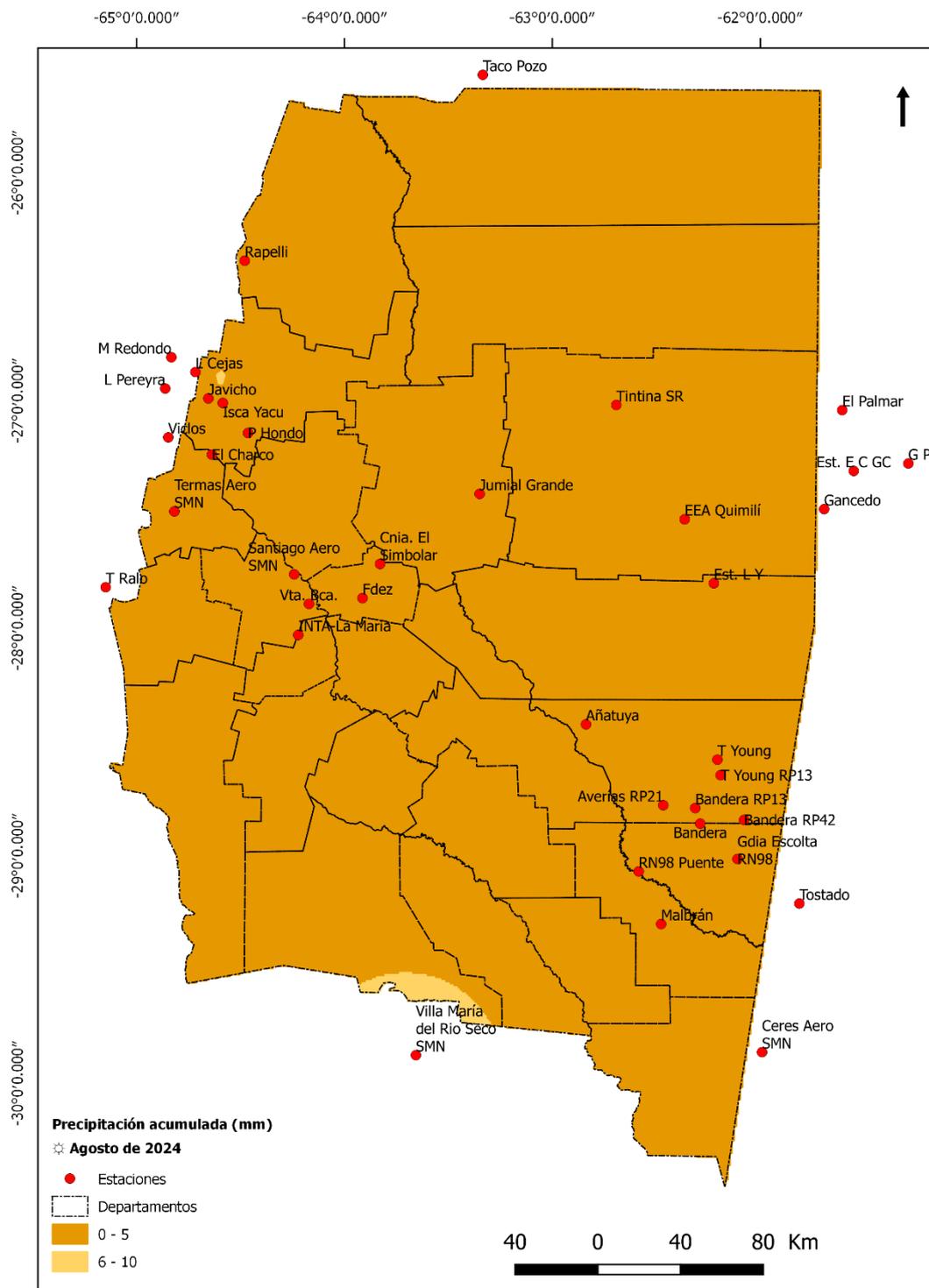
<sup>73</sup> QGIS Development Team (2014). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

<sup>74</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.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 siete sitios en que sí hubo registros con valores menores a 5mm y, Las Cejas, con 8mm (Figura 20).

Si lo analizamos como anomalía porcentual (Figura 21), durante el mes de julio, los déficits se encontraron por debajo del promedio en toda la provincia con valores de anomalías de hasta el 100%. Solo al sur las anomalías de volvieron menos negativas y en Las Cejas levemente positiva.

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



**Fuente:** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimilí); Servicio Meteorológico Nacional; Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, provincia de Tucumán; Ministerio de Producción, provincia de Chaco; Ministerio de Agricultura y Ganadería, provincia de Córdoba; productores colaboradores. Sistematización de datos y mapeo: Nelson J. Domínguez. 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

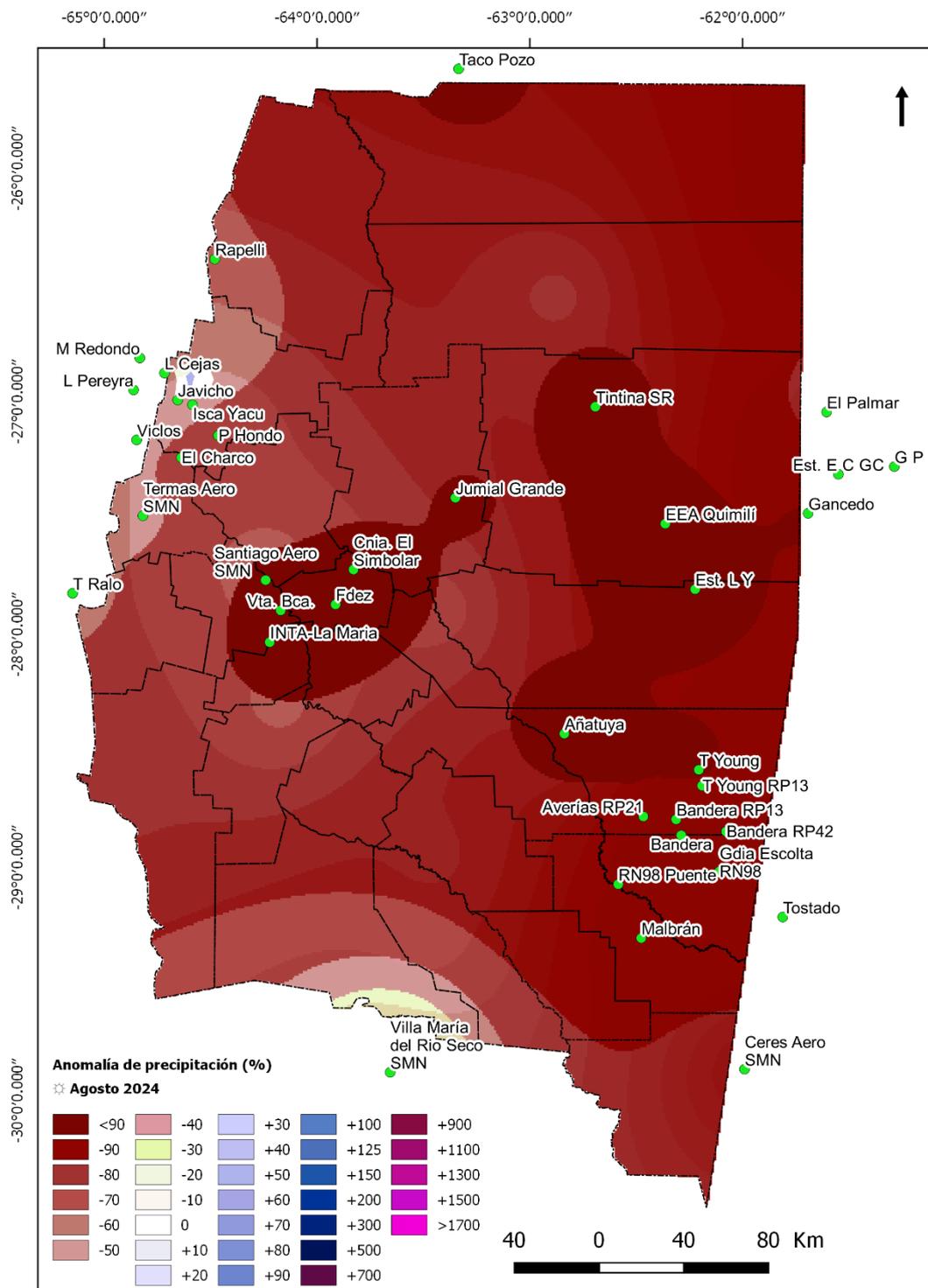


Ministerio de Economía República Argentina



Secretaría de Bioeconomía

Figura 20. Precipitación acumulada (mm) observada durante agosto 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



Ministerio de Economía  
República Argentina



Secretaría de Bioeconomía

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

Las lluvias acumuladas durante el trimestre junio-julio-agosto de 2024 (Figura 22) variaron desde 0mm en varias estaciones hasta los 14mm en Las Cejas. En INTA-La María se acumularon 2,0mm y en Vta. de la Barranca, 4,0mm. Hacia el sudeste sólo bandera y “Bandera RP42” acumularon 2mm y 3mm respectivamente. 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.

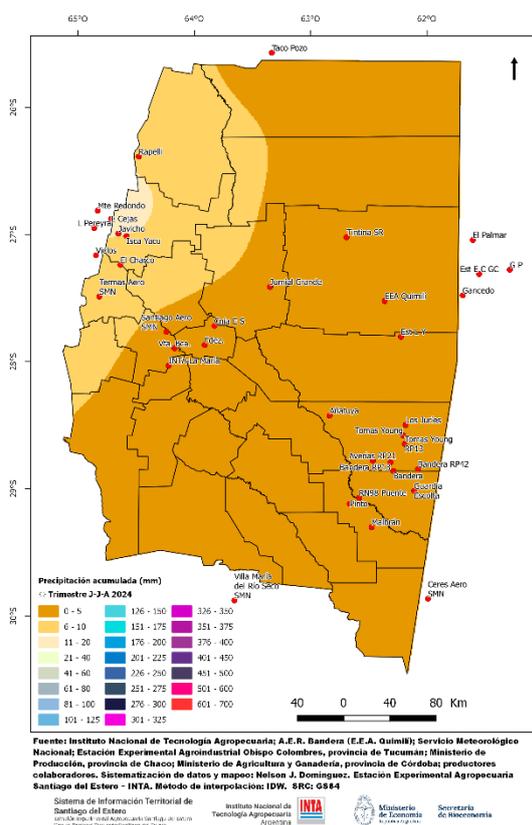


Figura 22. Precipitación acumulada (mm) entre junio y agosto de 2024.

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 30% por debajo en el noreste y del 90% o más en el resto del territorio. Las restantes áreas en que no se cuentan con fuente de datos en esas franjas, la confiabilidad de la representación es baja (Figura 23).

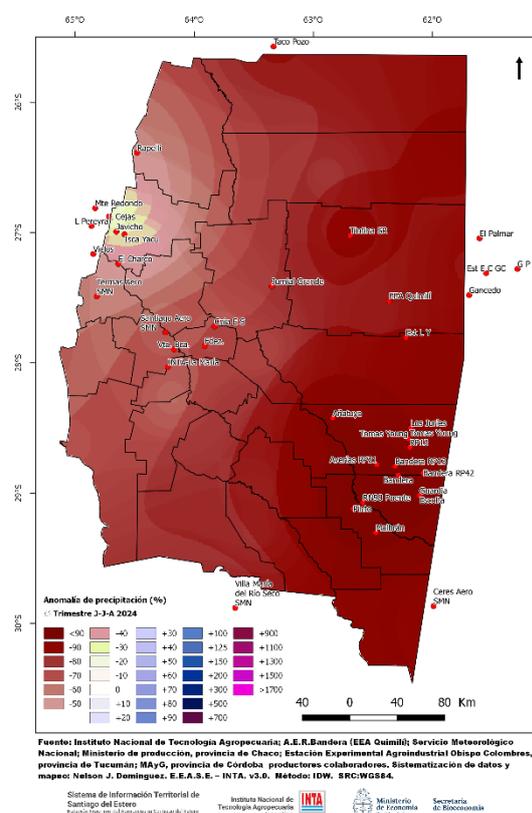


Figura 23. Anomalía de precipitación (%) entre junio y agosto de 2024.

## 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>75</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 2000-2023 (período operacional del satélite), y se calcula para cada punto del mapa, empleando el software QGIS®, mediante la fórmula:

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

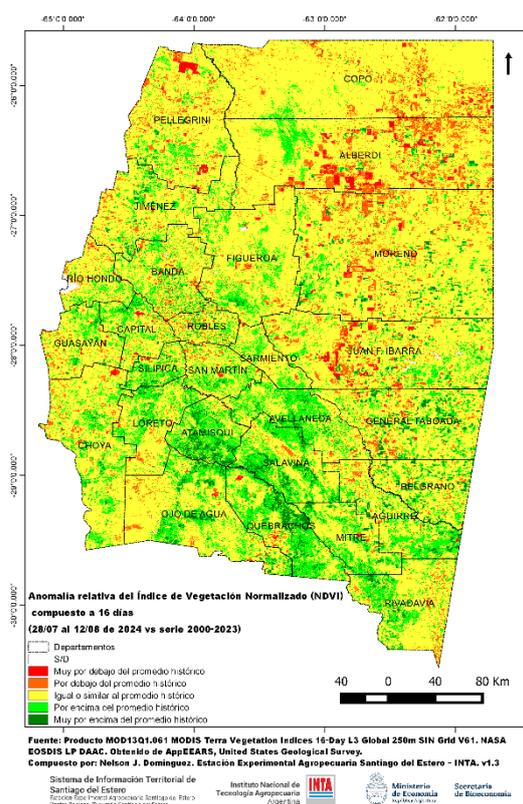
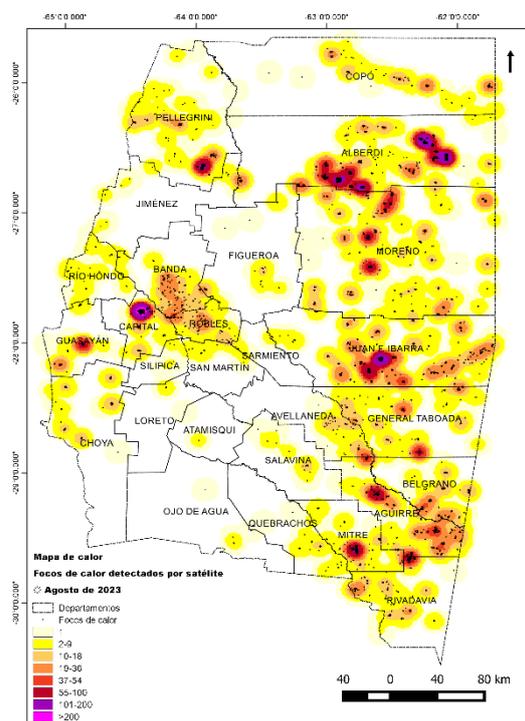


Figura 24. Anomalía relativa del NDVI del 28 de julio al 12 de agosto de 2024.

En la Figura 24 se aprecia una reducción de las áreas con valores “por encima del promedio histórico” hacia valores promedio, quedando concentrada los colores más intensos mayormente en el sur provincial. Si se toma en cuenta la totalidad de los píxeles con datos de la provincia, en este periodo el 70,7% corresponden a la categoría estilizada con amarillo (el 64,2 del área provincial era el ocupado por esta categoría en el período anterior), el 16,9% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) (12,8% en el período anterior) y el 03,5% (05,5% 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 08,9% (07,1% de los píxeles se encontraban en esta categoría en el periodo anterior) del territorio provincial (07,3% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 01,6% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

<sup>75</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 2024-09-05.

## Focos de Calor



Fuente: 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. Obtenido de <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>.  
Compilado por: Nelson J. Domínguez. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero - INTA. v1.3. SAC-WSSSA.

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



Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca  
Ministerio de Economía Argentina

Figura 25. Focos de calor detectados por sensores satelitales y densidad de estos durante el mes de agosto 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 agosto. Para ello se emplea el producto “Detección de Fuegos Activos”<sup>76</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 ( $\geq 1$  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 los departamentos Alberdi y J. F. Ibarra. En la zona de Capital, Banda y Pellegrini también hubo una aglomeración importante. Se detectó casi cuatro veces más focos respecto al mes anterior (Figura 25).

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

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

<sup>76</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/>