

ISSN N°1850-4086 N°1612

## Informe del Mes de Diciembre 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 mínimas medio mensual se ha posicionado en la cuarta ubicación entre los valores más altos para un mes de diciembre. El valor medio de temperaturas mínimas de la segunda y tercera década se han ubicado en la segunda y cuarta posición entre los más altos. Se ha registrado un valor diario de temperaturas máximas y medias que se ubican entre los más altos del conjunto de datos; un valor diario de temperaturas mínimas es el nuevo valor más alto para un mes de diciembre.

Se han registrado 64,8mm de precipitación en el actual mes, catalogándose como inferior al Normal. El actual mes ubica su acumulado en la decimosegunda posición del ranking entre los meses con acumulados más bajos.

Como valor acumulado para la presente campaña, con lo precipitado este mes, la precipitación acumulada ronda un déficit de aproximadamente un 36% ubicándose como la quinta campaña con los valores acumulados más bajos del set de datos.

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

La humedad relativa del ambiente presentó valores superiores al promedio en la primera década. Un 17% del tiempo los valores de este parámetro se encontraron por encima del 90%, mientras que en un 6% 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 veinticinco 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>, colocándose en la décima ubicación<sup>4</sup>, ordenados de manera descendente. El valor medio de temperatura máxima fue superior al normal, colocándose en la decimotercera ubicación<sup>5</sup>. El valor medio de temperatura mínima fue superior al normal y se ubica en la cuarta posición<sup>6</sup>. Los valores medios de temperaturas fueron mayores al del pasado mes de noviembre.

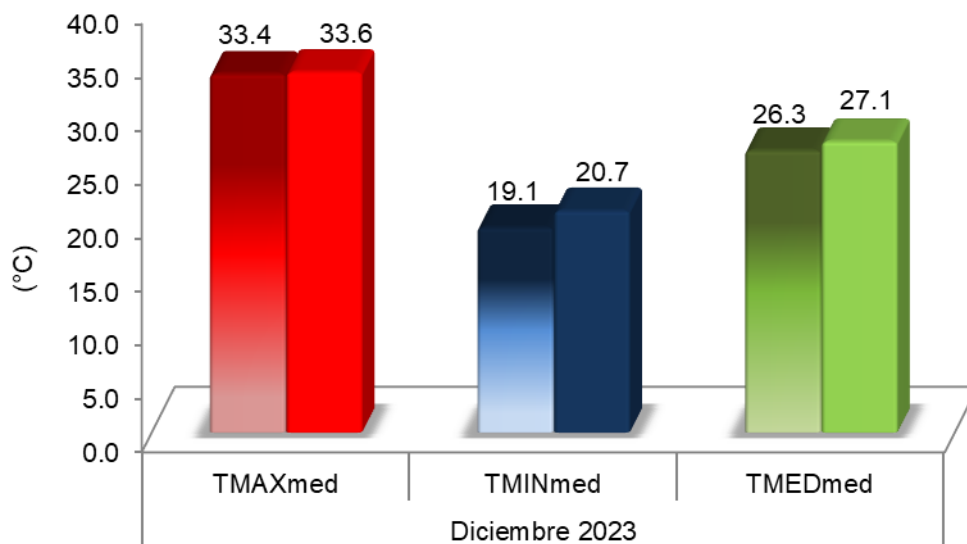


Figura 1. Valores medios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias para el mes de diciembre. Referencias: colores degradados (diciembre serie 1991-2020), colores uniformes (diciembre 2023).

<sup>1</sup>Temperaturas máximas y mínimas diarias de los días 24 y 25. Temperatura máxima de los días 09, 19 y 29. Temperatura mínima de los días 01, 02, 06, 08, 17, 23 y 31. 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 26,6°C se ubicaría en la undécima posición.

<sup>5</sup> Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 34,1°C se ubicaría en la novena posición.

<sup>6</sup> Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 20,0°C se ubicaría en la séptima posición.

Respecto a igual mes del año anterior, el valor medio de temperaturas máximas fue inferior en 3,8°C mientras que el de temperaturas mínimas fue superior en 1,7°C.

El valor de temperatura media fue inferior al normal en la segunda década<sup>7</sup> (Fig. 2). El valor medio de temperatura máxima de la primera década fue superior al de la última década del mes de noviembre, mientras que el de temperatura mínima fue inferior.

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

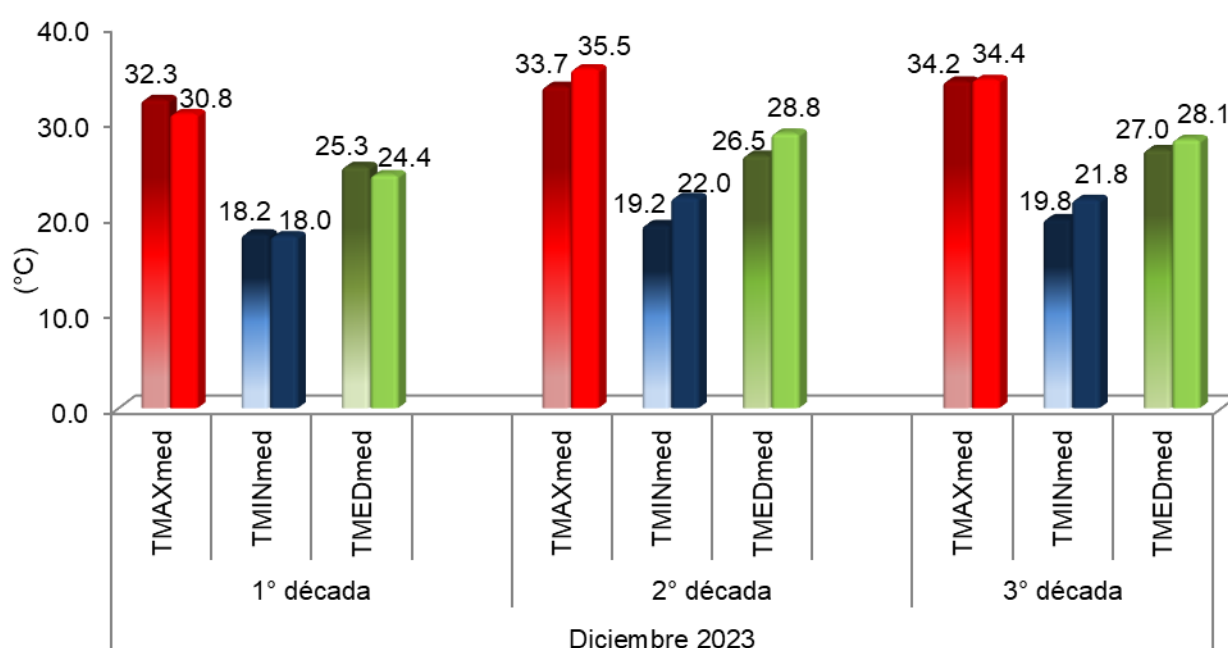


Figura 2. Valores medios de temperaturas máximas, mínimas y medias, agrupadas en períodos decadales, para el mes de diciembre. Referencias: colores degradados (diciembre serie 1991-2020), colores uniformes (diciembre 2023).

El valor medio de temperaturas máximas de la primera década se ubica en la novena posición<sup>8</sup> (ordenados los valores de manera ascendente) y, el valor de temperaturas mínimas medio de esta década se ha ubicado en la posición décima<sup>9</sup> (ordenados los valores de manera ascendente también). En la segunda década, el valor medio de temperaturas máximas calculado

<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 30,5°C conservaría igual ubicación.

<sup>9</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 16,0°C se ubicaría en la séptima posición.

se ubica en la octava posición<sup>10</sup>, y el valor medio de temperaturas mínimas<sup>11</sup> se coloca en la segunda posición (ambos ordenados de manera descendente). En la tercera década, el valor promedio de temperaturas máximas<sup>12</sup> comparte la decimoséptima posición con el año 1998 y el de mínimas se ubica en la cuarta posición<sup>13</sup> entre los valores más altos. Con respecto a las temperaturas medias, la primera década se ubica en la novena posición<sup>14</sup> entre los más bajos, mientras que el valor de la segunda<sup>15</sup> se ubica en la tercera posición y la tercera<sup>16</sup> década se ubica en la sexta posición, pero entre los más altos.

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

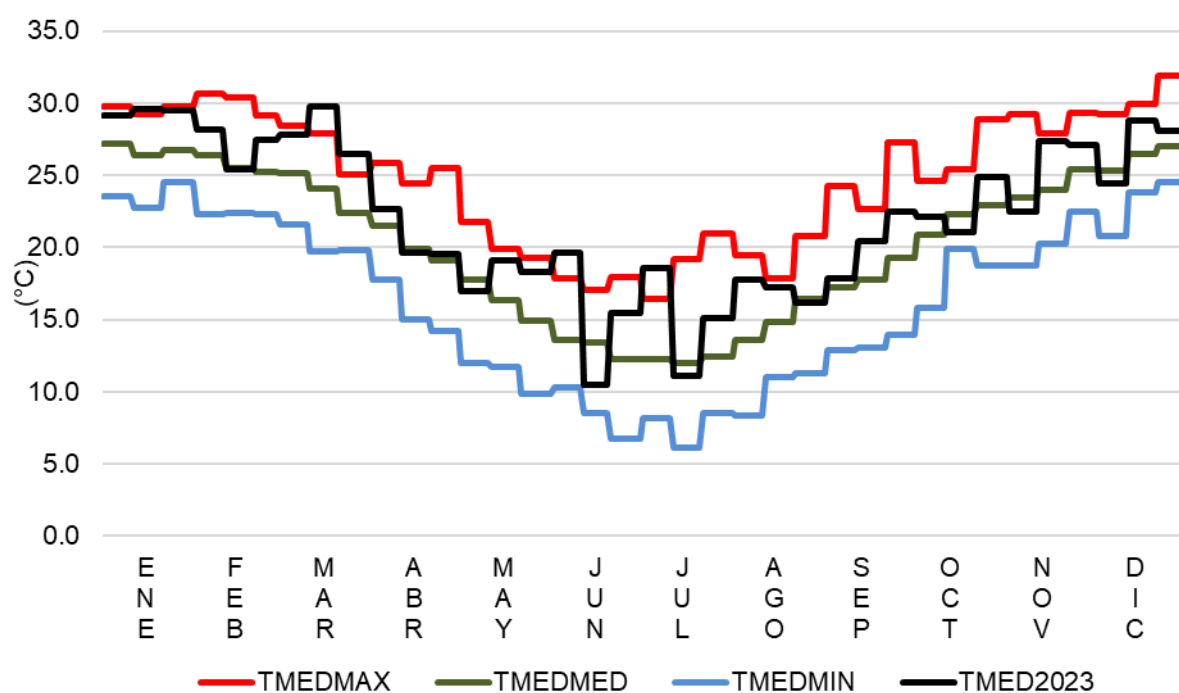


Figura 3. Valores de temperatura media absoluta máxima (TMEDMAX), absoluta mínima (TMEDMIN) y valor medio (serie 1991-2020) (TMEDMED), expresados en forma promedio decadal y, valor de temperatura medio decadal del presente año (TMED2023).

<sup>10</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 37,1°C se colocaría en la tercera posición.

<sup>11</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 21,6°C se colocaría en la tercera posición.

<sup>12</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 34,9°C se colocaría en la decimocuarta posición.

<sup>13</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 21,0°C compartiría la sexta posición con los años 1999 y 2005.

<sup>14</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 21,0°C se colocaría en la tercera posición.

<sup>15</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 29,2°C conservaría igual posición.

<sup>16</sup> Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 27,5° se colocaría en la undécima 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 diciembre (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°	2022	45,2 <sup>18</sup>	2015	27,5	2022	36,2 <sup>19</sup>
2°	2021	45,1 <sup>20</sup>	2016	27,3	2017	35,0
3°	2011,2013	45,0	2022	27,2 <sup>21</sup>	1994,2016	34,9
4°	2017	44,0	2018	27,1	2018	34,8
5°	1990,1994	43,8	1995,2014	27,0	2015	34,2
	<b>2022</b>	<b>44,2</b>	<b>2022</b>	<b>27,8</b>	<b>2022</b>	<b>35,9</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 diciembre (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°	2016	18,9	2010	6,0	2003	15,5
2°	2005	19,4	2011	6,8	2001	14,9
3°	1991	19,9	2001	9,7	2010	17,4
4°	2007	20,1	2000	9,8	1991	17,6
5°	2001	20,5	2012,2020	10,0	2007	17,7
	<b>2023</b>	<b>17,0</b>	<b>2023</b>	<b>14,2</b>	<b>2023</b>	<b>15,7</b>

De las tablas se puede mencionar que al menos ha ocurrido un valor diario de temperatura máxima y de temperatura media que se encuentran entre los más altos del conjunto de datos en cada categoría. También, un valor de temperatura mínima es ahora el más alto del set.

En veinticuatro días la temperatura máxima diaria se ha encontrado por encima del umbral de los 30,0°C, siendo este el valor promedio (Figura 4).

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

<sup>18</sup> Valor tomado del registro de la estación automática para los días 08 y 09 de diciembre de 2022.

<sup>19</sup> Valor calculado a partir de los datos combinados de temperatura mínima de estación automática y de temperatura máxima de estación convencional para el día 09 de diciembre de 2022

<sup>20</sup> Valor tomado del registro de la estación automática para el día 30 de diciembre de 2021.

<sup>21</sup> Valor tomado del registro de la estación automática para el día 09 de diciembre de 2022.



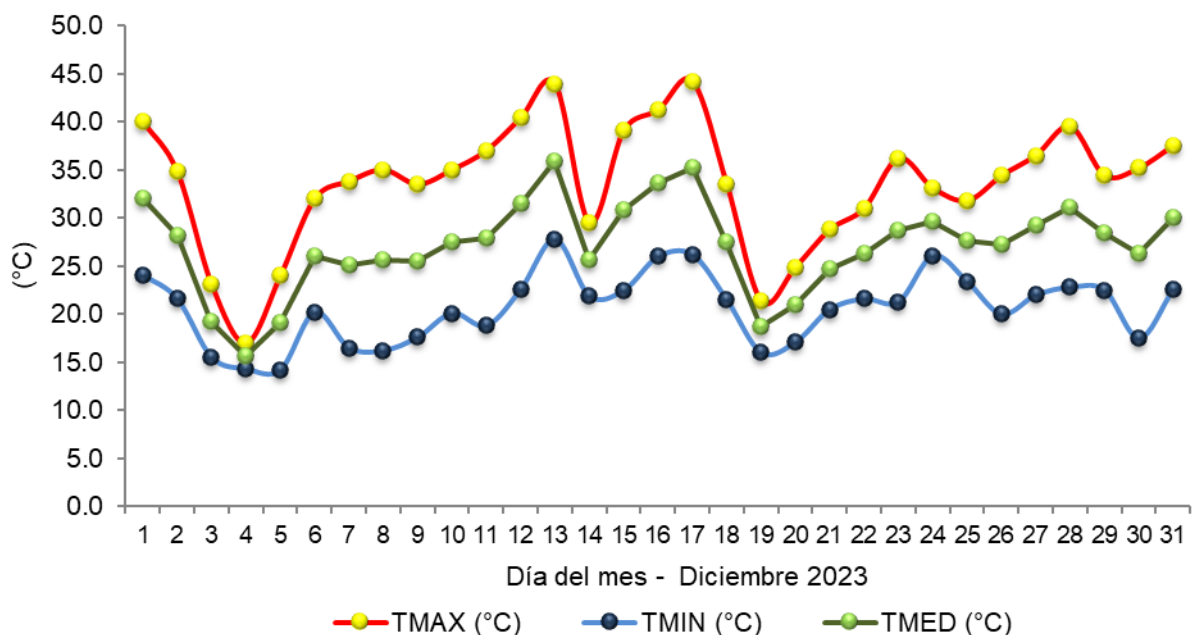


Figura 4. Valores diarios de temperatura para el mes de diciembre de 2023.

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.

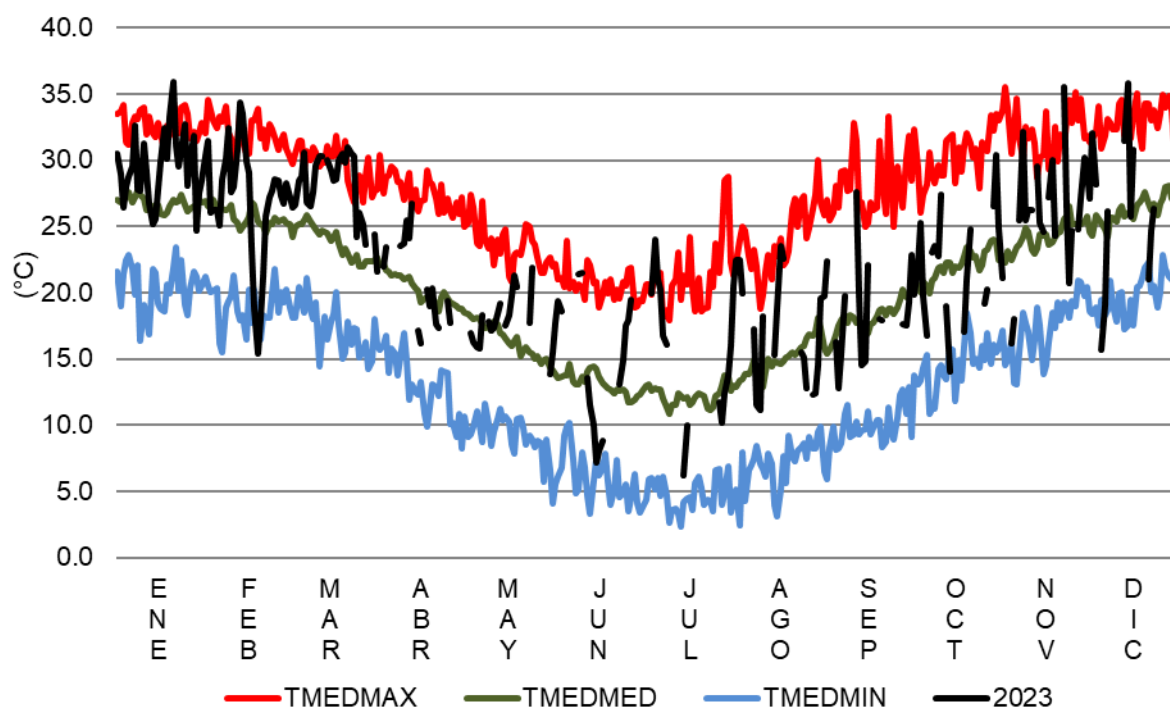


Figura 5. Valores de temperatura media: absoluta máxima, absoluta mínima y valor medio (serie 1991-2020), expresados en forma diaria y, valor de temperatura medio diario del presente año.

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>22</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.

Para el cultivo algodón<sup>23</sup> se han acumulado 94,3, 137,8 y 144,4 grados días (temperatura base: 15,5°C<sup>24</sup>), en cada una de las tres décadas respectivamente, totalizando 376,4 grados días<sup>25</sup> para el mes de diciembre. Para los requerimientos de un cultivo de maíz<sup>26,27,28</sup>, de modo general se han acumulado 142,2, 170,8 y 198,2 grados días de desarrollo<sup>29</sup> de la planta, totalizando 511,2 grados días en el mes.

## PRECIPITACIÓN

Se registraron 64,8mm de precipitación acumulada de manera mensual. Se constató que este valor estuvo 32,1mm por debajo del promedio de la serie<sup>30</sup> para el presente mes.

Ordenando de menor a mayor las cantidades acumuladas en cada uno de los meses de diciembre de la serie de datos históricos se puede indicar que el actual mes se ha ubicado en el puesto N°12 del ranking.

<sup>22</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>23</sup> Para más información respecto al estado del cultivo en las diferentes provincias productoras, revise los informes mensuales publicados en el sitio: <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/algodon/informes/>

<sup>24</sup> Fraisse C., Bellow J. & Brown C. 2019. *Degree Days: Heating, Cooling, and Growing I*. Agricultural and Biological Engineering Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Serie ABE381.

<sup>25</sup> Empleando los datos combinados de la estación meteorológica y convencional aclarados en la nota al pie N° **¡Error! Marcador no definido..**

<sup>26</sup> Gilmore, E.C., Jr. & Rogers, J.S. (1958). Heat Units as a Method of Measuring Maturity in Corn I. *Agron. J.*, 50: 611-615. <https://doi.org/10.2134/agronj1958.00021962005000100014x>

<sup>27</sup> Kumudini, S., Andrade, F. H., Boote, K. J., Brown, G. A., Dzotsi, K. A., Edmeades, G. O., ... & Tollenaar, M. (2014). Predicting maize phenology: intercomparison of functions for developmental response to temperature. *Agronomy Journal*, 106(6), 2087-2097. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0200>

<sup>28</sup> Baum, M.E., Archontoulis, S.V. & Licht, M.A. (2019), Planting Date, Hybrid Maturity, and Weather Effects on Maize Yield and Crop Stage. *Agronomy Journal*, 111: 303-313. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.04.0297>

<sup>29</sup> Se consideran temperaturas extremas diarias mayores a 10°C y menores a 30°C. En el caso de superar estos umbrales se emplea el valor del umbral para el cálculo

<sup>30</sup> Serie histórica considerada para el análisis de las precipitaciones mensuales: 1991-2020.



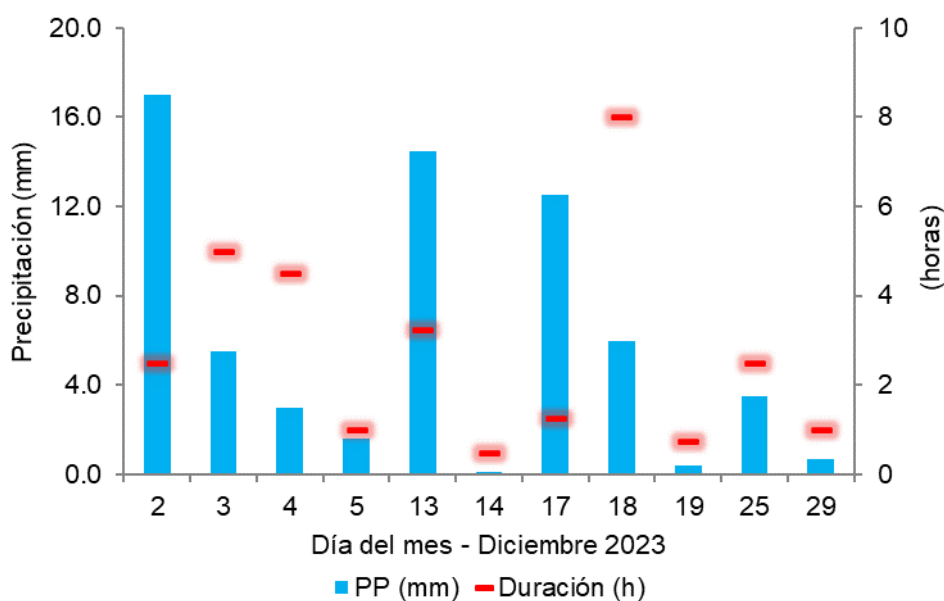


Figura 6. Valores de precipitaciones registradas como día pluviométrico mediante pluviómetro tipo “B” y duración<sup>31</sup> de los eventos a partir de los registros de estación meteorológica automática.

Se han contabilizado once eventos con valores medibles<sup>32</sup>. El valor de días con precipitación registrable es de 7, para la serie del mes de diciembre<sup>33</sup>.

En la Figura 7 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de cada uno de los meses de diciembre 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 10,4mm como valor mínimo y 267,0mm 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 diciembre, dicho valor es de 87,0mm. Relacionado a esto, el actual mes presentó un comportamiento por debajo del “normal”.

<sup>31</sup> La duración considera que haya ocurrido un registro del pluviómetro en cada período de 15 minutos (0,2mm), no obstante, pueden ocurrir precipitaciones en forma de lloviznas de larga duración pero que en volumen no sean suficientes para poder ser registradas y, por lo tanto, se subestime la duración de estos fenómenos.

<sup>32</sup> Lluvias registrables: precipitaciones con valores mayores a 0,0mm, medida mediante probeta oficial de 50mm. Puede ocurrir precipitación, pero no con la cuantía suficiente para producir un registro.

<sup>33</sup> Serie histórica considerada para el análisis del número de días con precipitaciones: 1991-2020.

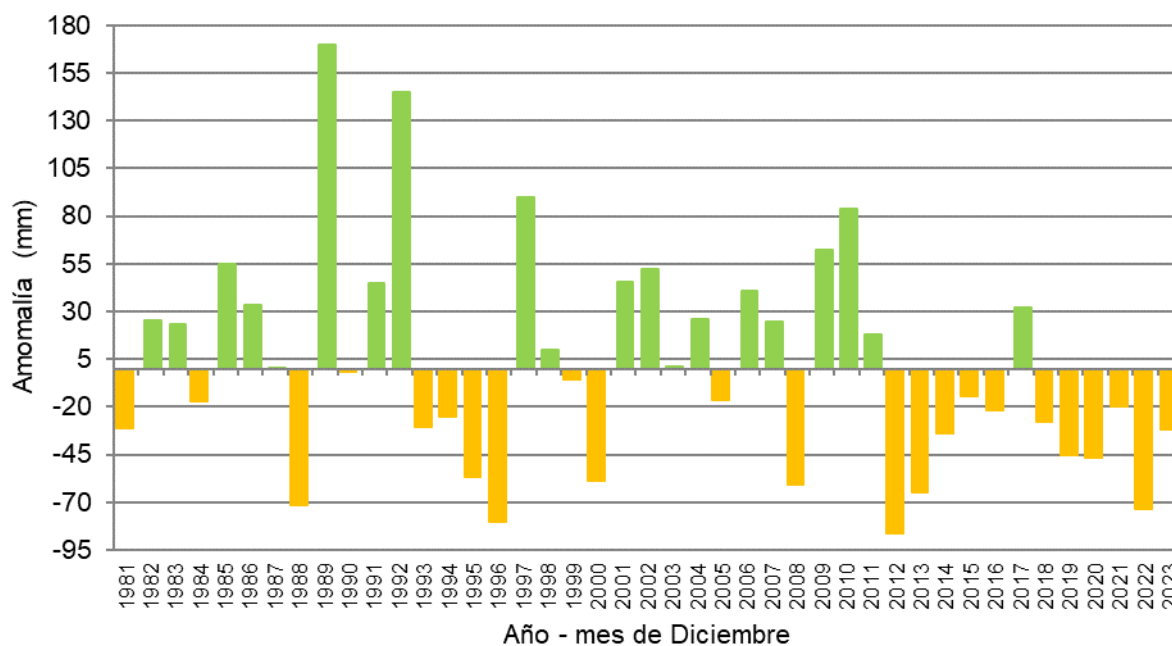


Figura 7. Anomalía de precipitación mensual (mm) para el mes de diciembre. Serie histórica (1981-2020).

Analizando el set de datos históricos, se constata que, en solo 9 años se registraron acumulados menores a 50mm.

Se analizaron los valores de precipitación máximos registrados en un día pluviométrico<sup>34</sup>, de acuerdo con la serie histórica del mes de diciembre (Tabla 3).

Tabla 3. Valores máximos históricos de precipitación diaria<sup>35</sup> para el mes de diciembre.

	Año	mm
1°	1992	117,0
2°	1989	103,0
3°	2010	100,0
4°	2009	77,0
5°	1997	67,0

El valor máximo registrado en un periodo de 15 minutos por nuestra estación automática fue de 5,2mm en la madrugada del día civil 18.

Como valor acumulado de precipitación, con el registro del actual mes, el valor acumulado de la presente campaña versus el acumulado histórico presenta un ligero déficit de aproximadamente un 36% (Figura 8).

<sup>34</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>35</sup> Serie histórica considerada para el análisis del valor máximo de precipitación acumulada en un día pluviométrico: 1989-2022.

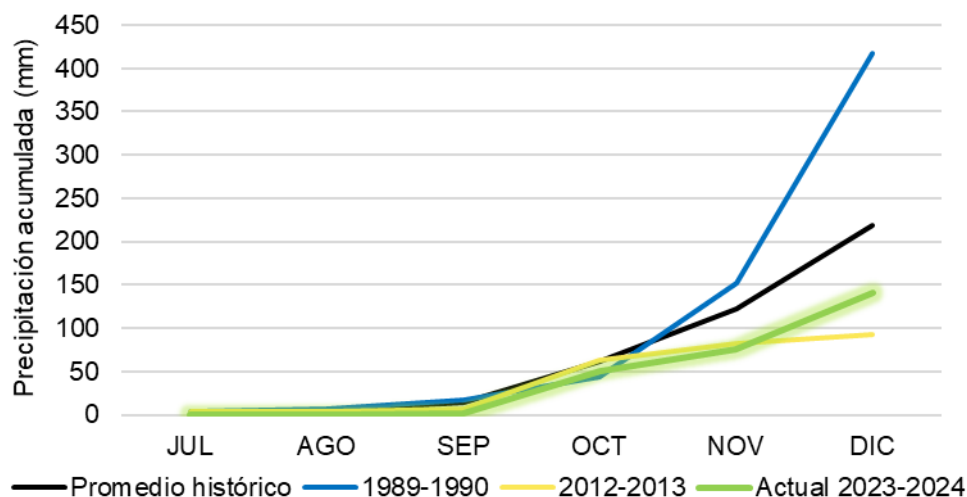


Figura 8. Valores de precipitación acumulada en año agrícola. Se presenta el promedio (línea negra) de la serie “La María” (1981-2020), además, aquellas campañas en las cuales se observaron los máximos (línea azul) y mínimos (línea amarilla) de precipitación acumulada total y, valor acumulado actual (línea verde), desde julio a diciembre del 2023.

El valor acumulado promedio hasta el mes de diciembre es de 219mm con un valor de mediana de 205mm, siendo el acumulado actual, desde julio a diciembre del 2023, de 140,2mm.

En la Figura 7 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de la precipitación acumulada en cada campaña desde julio a diciembre, respecto al promedio de la serie de datos histórica (1981-2020). Ordenando de menor a mayor las campañas agrícolas por sus valores de precipitación acumulada, desde el mes de julio hasta el mes de diciembre, dejan a la actual campaña en la quinta posición (de 42 años), ordenados los acumulados de manera ascendente.

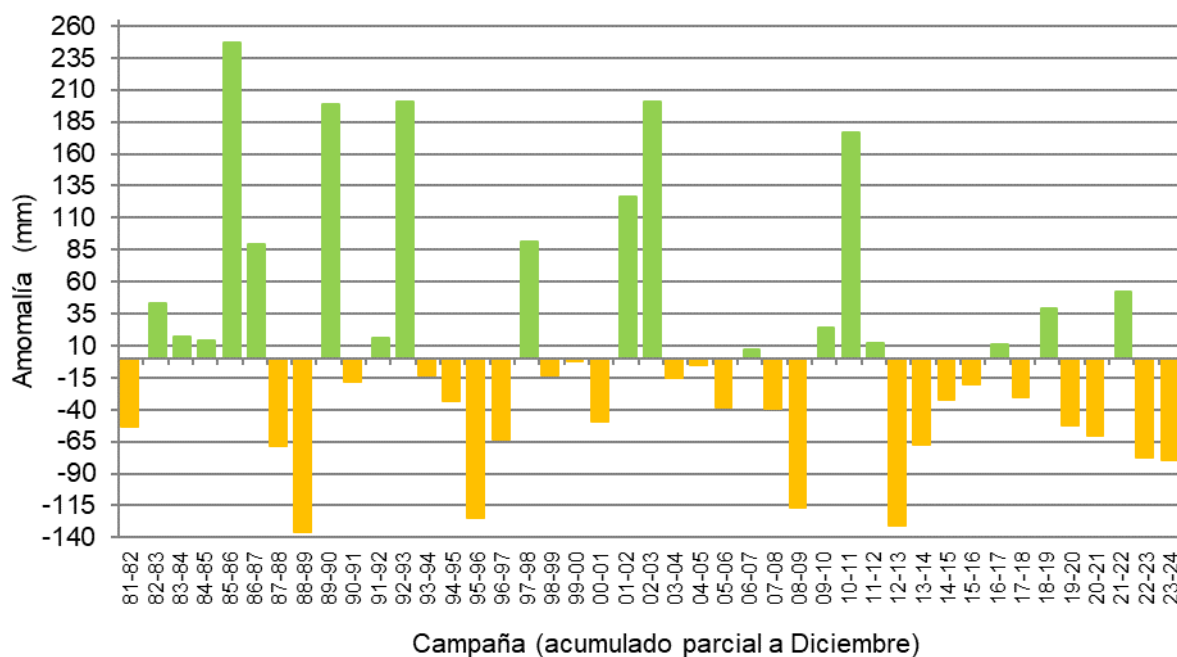


Figura 9. Anomalía de precipitación acumulada (mm) desde julio a diciembre de cada campaña agrícola. Serie histórica (1981-2020).

## INSOLACIÓN

Durante el mes se han acumulado 147,7<sup>36</sup> horas de heliofanía efectiva<sup>37</sup>, el valor promedio de la serie<sup>38</sup> para el presente mes es de 275 horas. Expresado como heliofanía relativa<sup>39</sup>, el presente mes presentó un valor promedio del 45%<sup>40</sup>.

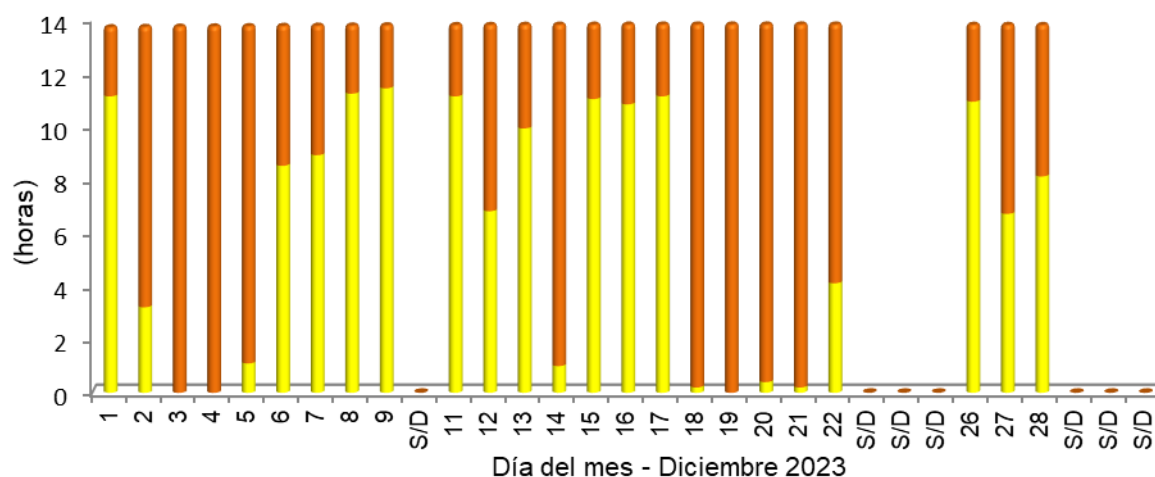


Figura 10. Valores de heliofanía efectiva con relación a la heliofanía teórica astronómica para cada día, expresados en horas y décimos de hora, registrados mediante un heliofanógrafo tipo Campbell-Stokes.

La heliofanía efectiva promedio fue muy inferior al valor esperado en las dos primeras décadas. En la tercera década, debido a la faltante de seis datos, el valor no se debería tener en cuenta (Figura 11).

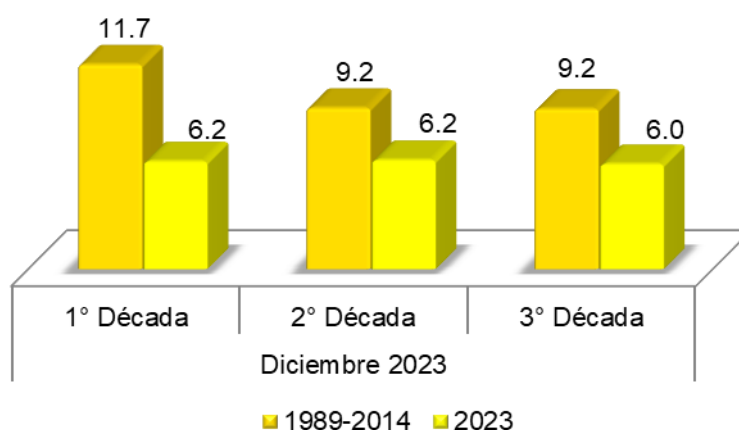


Figura 11. Valores medios de heliofanía efectiva (horas) agrupados por décadas para el mes de diciembre de 2023.

<sup>36</sup> Nótese que faltan registros de siete días.

<sup>37</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>38</sup> Serie de referencia para horas promedio mensual de insolación: 1989-2014.

<sup>39</sup> Heliofanía relativa: relación entre la heliofanía efectiva con respecto a la heliofanía teórica astronómica.

<sup>40</sup> Valor calculado en relación a días con datos de heliofanía.

## Viento

Los valores de viento medio diario<sup>41</sup> se tomaron a partir de un anemómetro cuentavueltas totalizador, mientras que el valor de viento máximo<sup>42</sup> se obtuvo a partir de los datos generados por la estación automática (Figura 12), ambos tomados a una altura de dos metros sobre el nivel del suelo.

El valor mensual medio fue de 5,1 km/h<sup>43</sup>, siendo el valor medio de la serie de diciembre de 6,0km/h.

El valor de viento máximo más alto del mes fue de 37km/h, registrado en la mañana del día 12, proveniente desde la dirección Nornoreste.

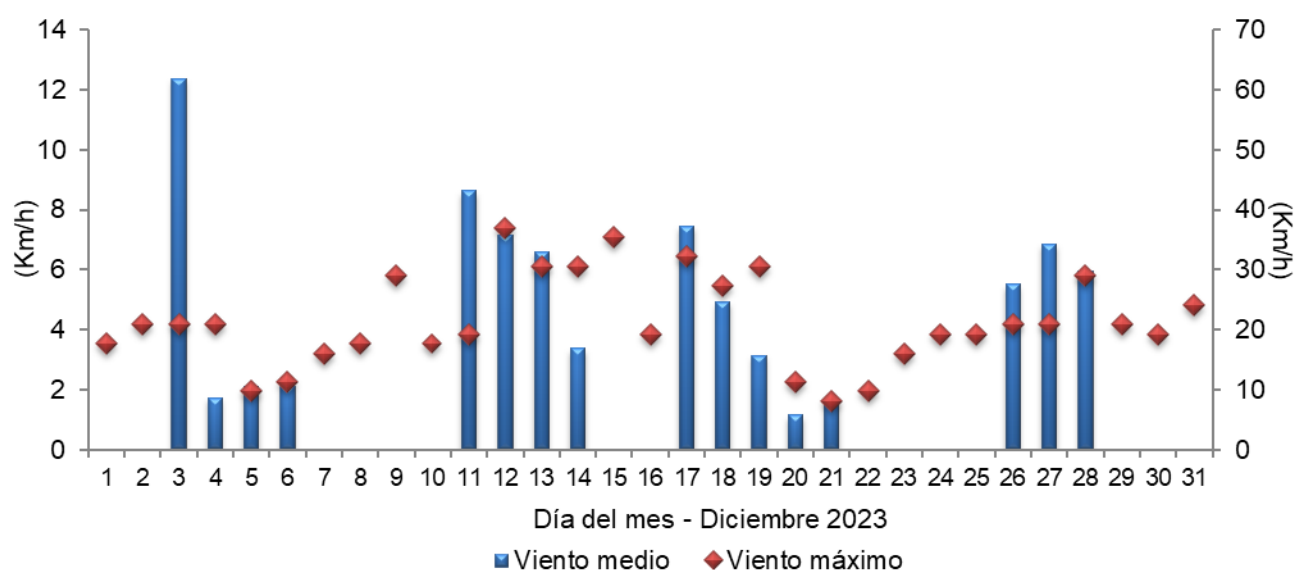


Figura 12. Valores de viento promedio diario a partir de anemómetro y, valor del viento máximo diario registrado por estación meteorológica automática.

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>44</sup> posibles de orientación de la dirección del viento. Se registró un 41% de

<sup>41</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>42</sup> Viento máximo: valor de velocidad máxima monitorizado por un elemento registrador, expresado en este caso en función del día civil.

<sup>43</sup> Con la faltante de datos de quince días.

<sup>44</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).

períodos con viento en calma, es decir, velocidades medias iguales a 0,0km/h. La figura fue confeccionada mediante el lenguaje R<sup>45</sup>, con el empleo del paquete “Open Air”<sup>46</sup> (Figura 13).

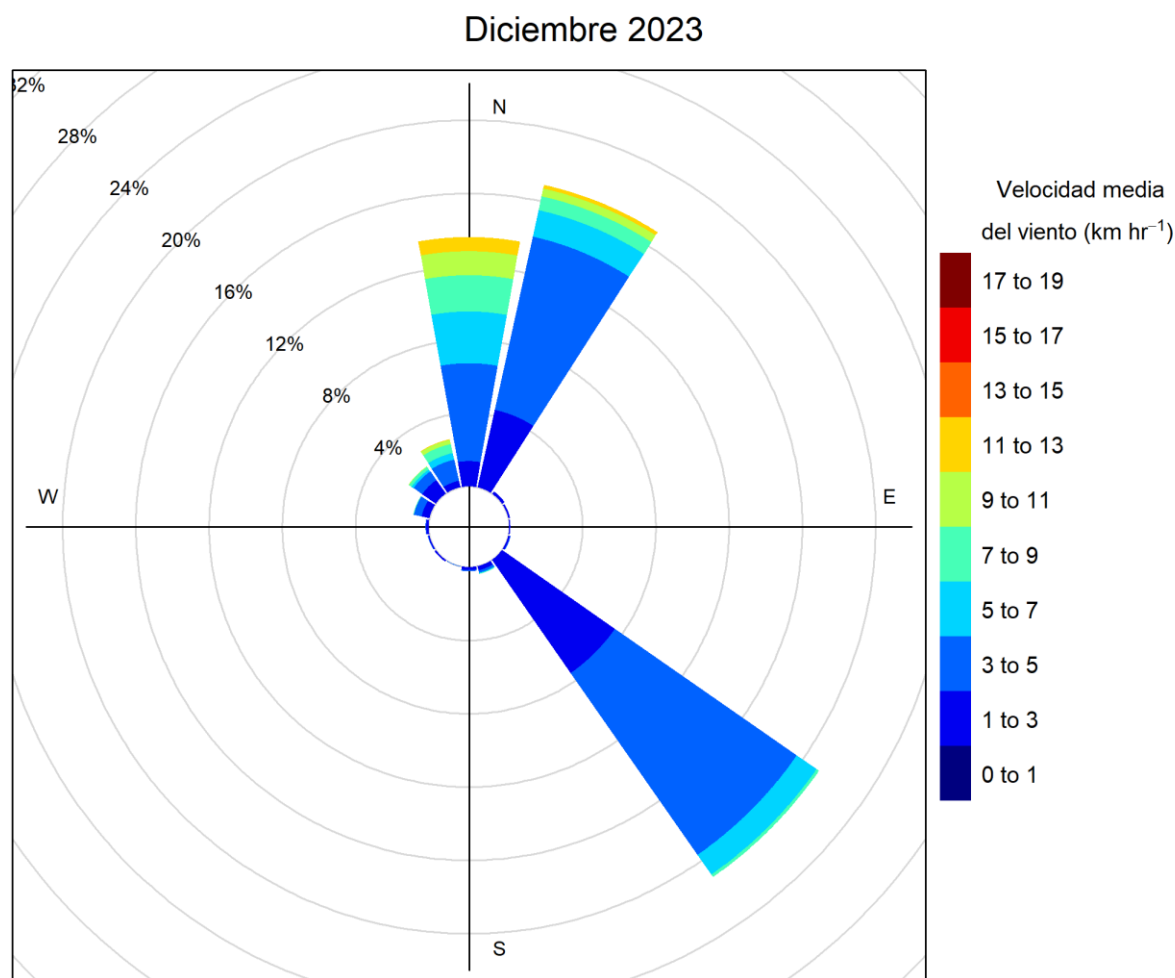


Figura 13. Porcentaje de la dirección del viento prevalente y porcentaje de cada intervalo de velocidad en cada una de las direcciones del viento para el mes de diciembre de 2023.

La dirección prevalente del viento fue desde el sector Sureste en 628 periodos seguido por el sector Nornoreste con 503 períodos. 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 en el mediodía del día 11.

<sup>45</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>46</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 68%<sup>47</sup>, similar al valor medio del presente mes. En la Figura 14 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>48</sup>. Los valores extremos diarios fueron tomados del registro de datos de la estación automática.

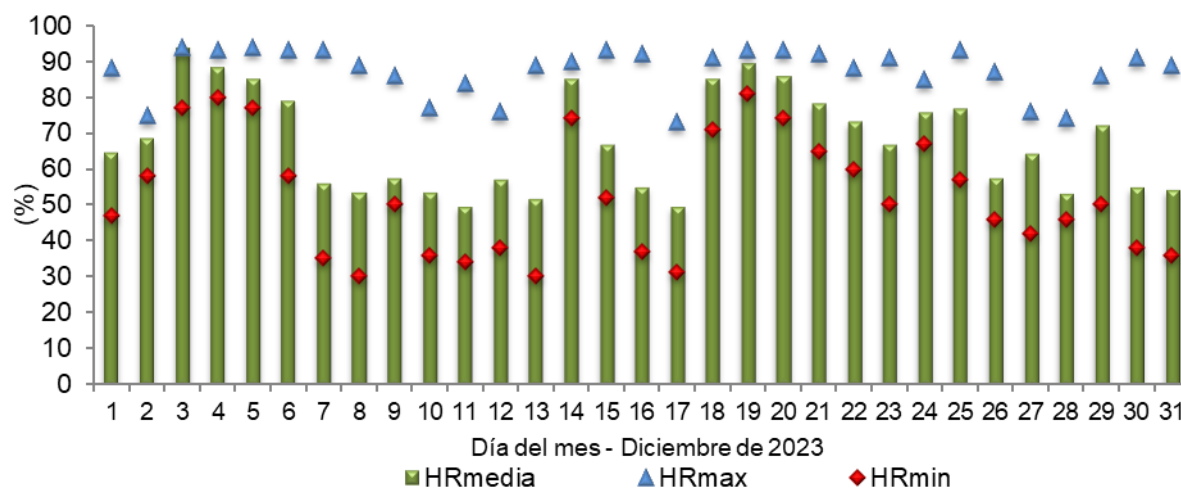


Figura 14. Valores diarios de humedad relativa (%).

El promedio de humedad relativa ambiente máxima diaria es del 87%, mientras que el promedio de valores mínimos diarios es del 52%.

El valor medio de humedad relativa fue superior al valor medio en la primera década (Figura 15).

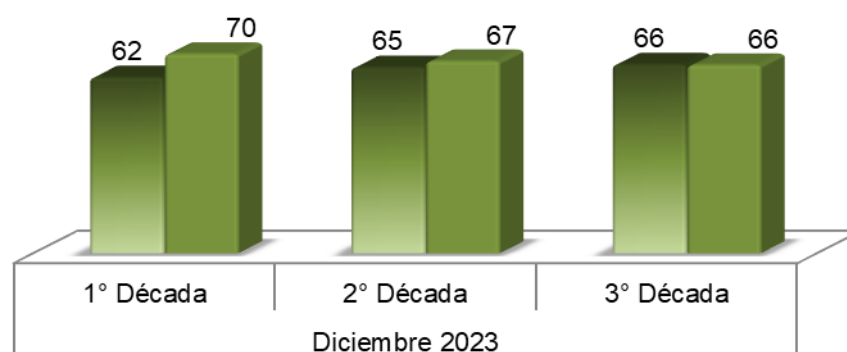


Figura 15. Valores medios de humedad relativa (%) agrupados por décadas para el mes de diciembre. Referencias: colores: degradados (diciembre serie 1989-2014), colores uniformes (diciembre 2023).

<sup>47</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 01, 04, 06, 12, 15, 17, 20 y 27).

<sup>48</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 16 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.

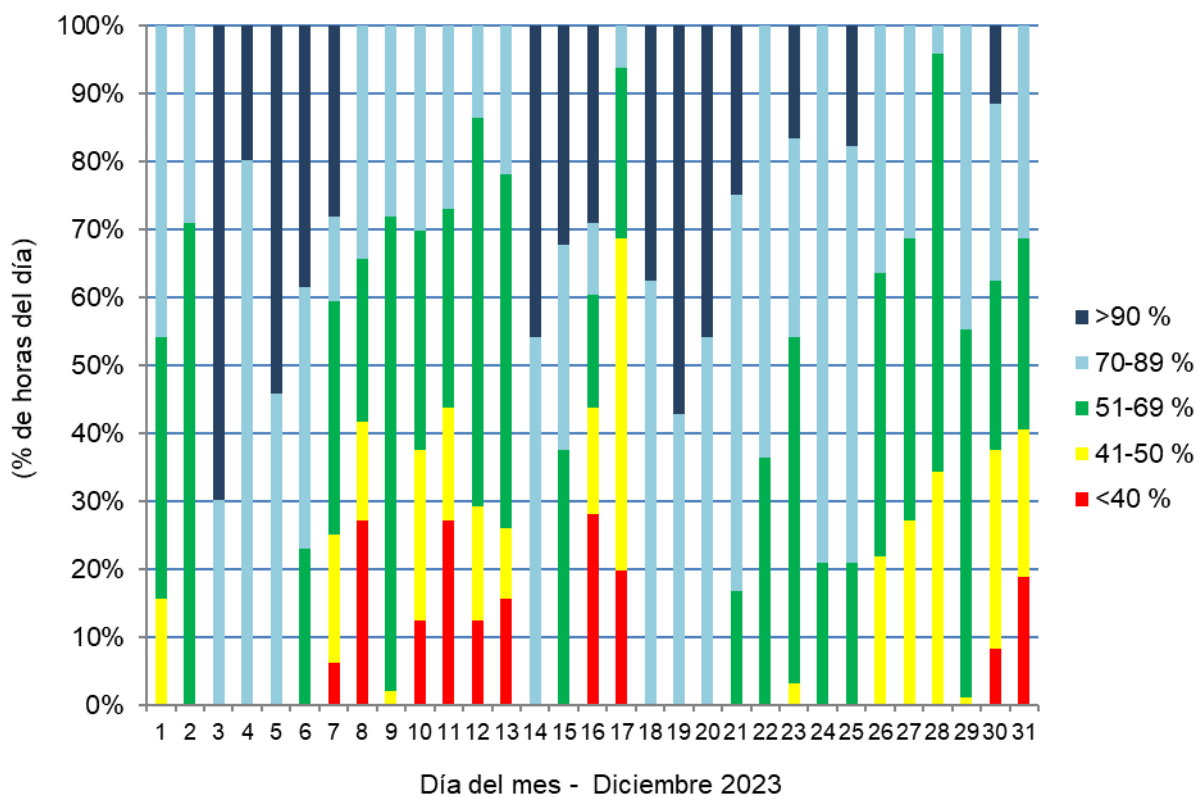


Figura 16. Duración horaria expresada como porcentaje del día para cada intervalo de humedad observado, en base al registro de la estación automática.

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 17).

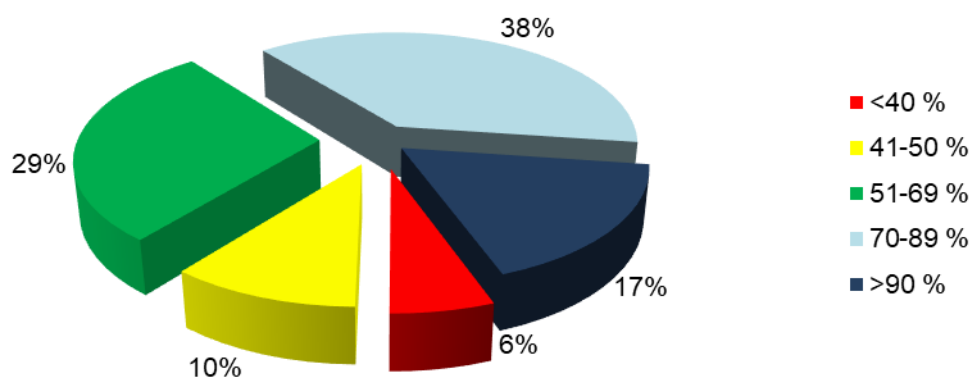


Figura 17. Horas totales mensuales expresadas como porcentaje de los diferentes rangos de humedad.

En el transcurso del mes, se han contabilizado 127 horas con humedad relativa ambiente por encima del 90% (109 horas le correspondían a esta categoría el mes pasado),

mientras que fueron 42 horas con humedad relativa por debajo del 40% (121 horas fue el registro del pasado mes de noviembre).

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>49 50 51 52</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>53</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>54 55 56</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 superiores a 84<sup>57</sup>. Los valores del índice mencionados anteriormente se obtienen mediante la fórmula<sup>58</sup>:

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

<sup>49</sup> Moran, J. (2005). *Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. Landlinks Press.

<sup>50</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>51</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>52</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>53</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>54</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>55</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>56</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.

<sup>57</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>58</sup> Referencias: “T” (temperatura en grados centígrados), “HR” (humedad relativa en porcentaje).

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>59</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:

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

En la Figura 18 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).

Solamente los días 03, 04, 05, 18, 19 y 20 no presentaron valores por encima del umbral de 84, que ocasionaría estrés por calor y afectaría así el confort del animal. Fueron calculados valores del índice en la categoría de estrés severo por un espacio de más de quince horas los días 15, 16 y 24.

Un 60% y un 66% del tiempo se encontraron los valores del índice en la categoría de estrés moderado y severo, durante la segunda y tercera década del mes respectivamente.

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>60</sup>, que hace a la susceptibilidad individual del animal<sup>61</sup>.

<sup>59</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>60</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>61</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.

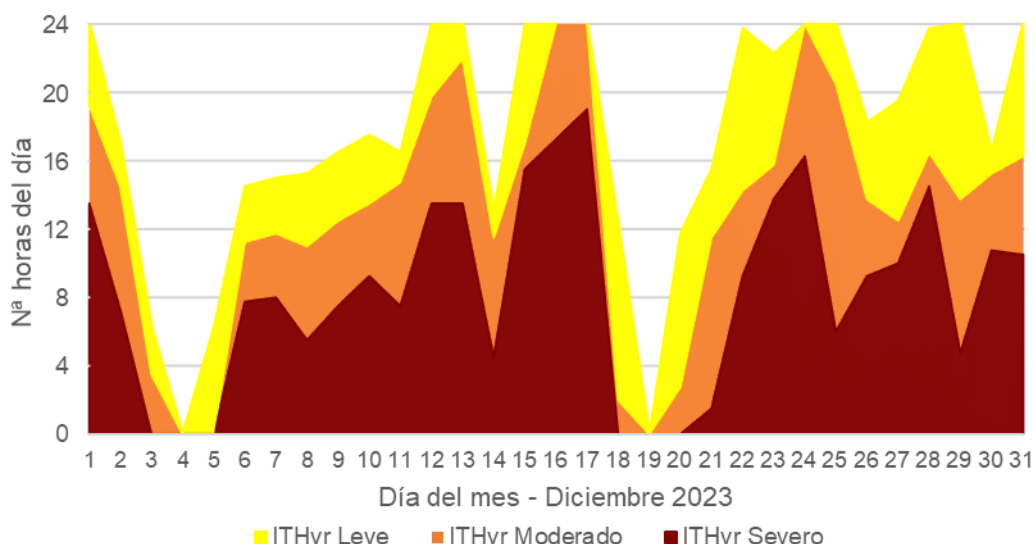


Figura 18. Duración horaria diaria para cada categoría del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de diciembre de 2023.

En la Figura 19<sup>62</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 diciembre.

Todos los recuadros grises de la Figura 19 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 100 el día 13 entre las 13:45h y 14:15h y a las 15:30h.

<sup>62</sup> Adaptado de: MacKintosh J. 2020. The hourly heatmap with ggplot2. <https://gist.github.com/johnmackintosh/520643a1f82a0c7df00cf949ba98a4e9>

## Índice "ITHvr" horario, diciembre 2023

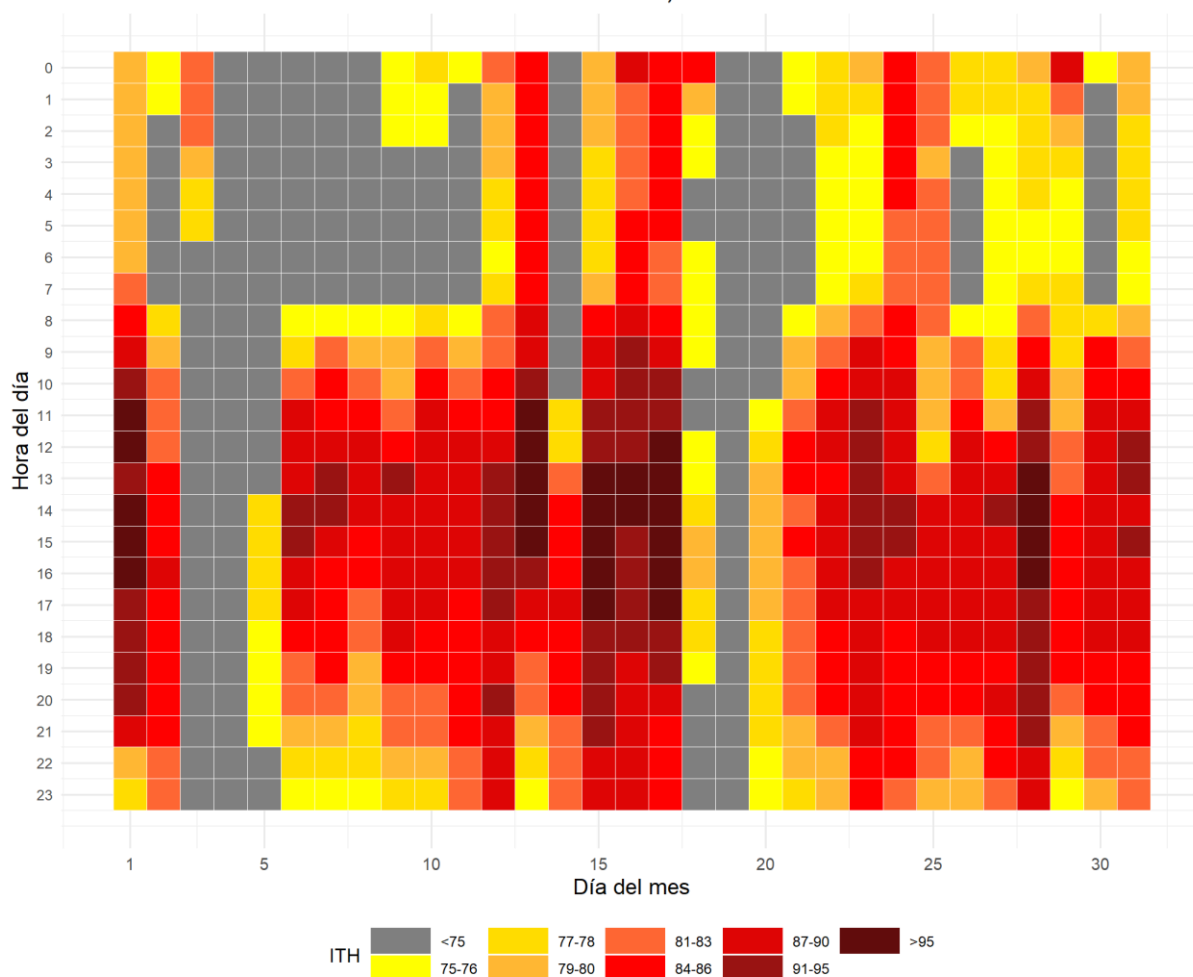


Figura 19. Distribución horaria diaria para cada valor del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de diciembre de 2023.

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>49</sup>. Acciones tácticas son requeridas ante los primeros signos del estrés por calor para prevenir o minimizar las pérdidas del rendimiento<sup>53</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>61</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>63</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>64</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 20).

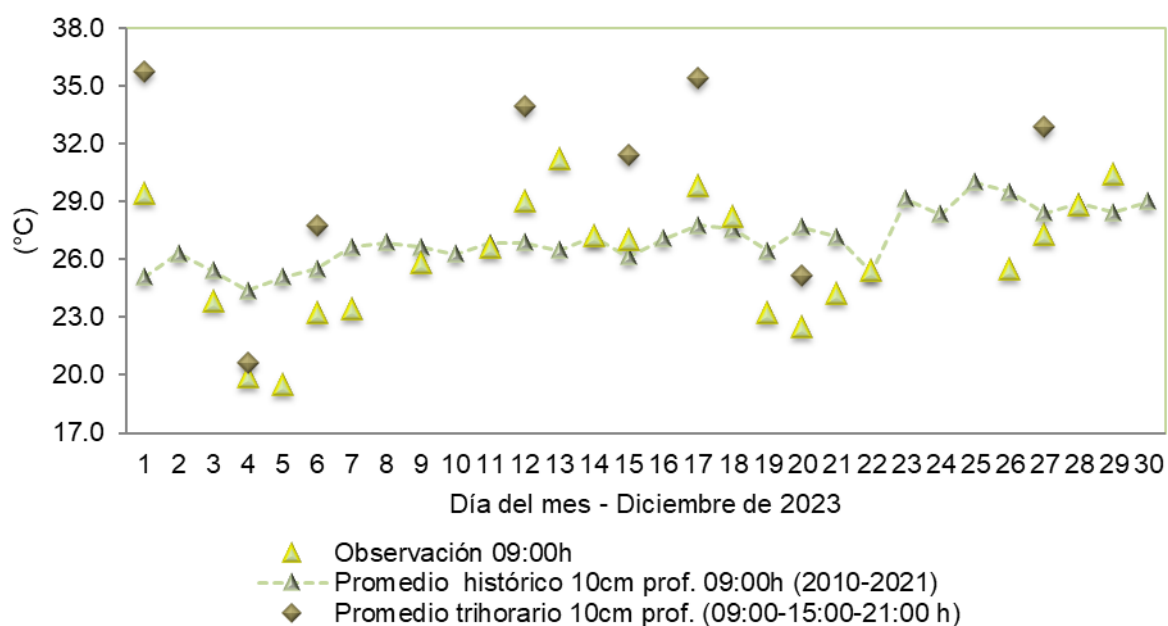


Figura 20. Valor de temperatura de suelo a las 09:00h suelo a 10cm bajo la superficie, valores medios trihorarios de temperatura de suelo a 10cm bajo la superficie. S/D: sin dato.

## 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

<sup>63</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>64</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).

de estos parámetros, expresándose mediante la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>0</sub>)<sup>65</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 141,5mm en este mes (Figura 21).

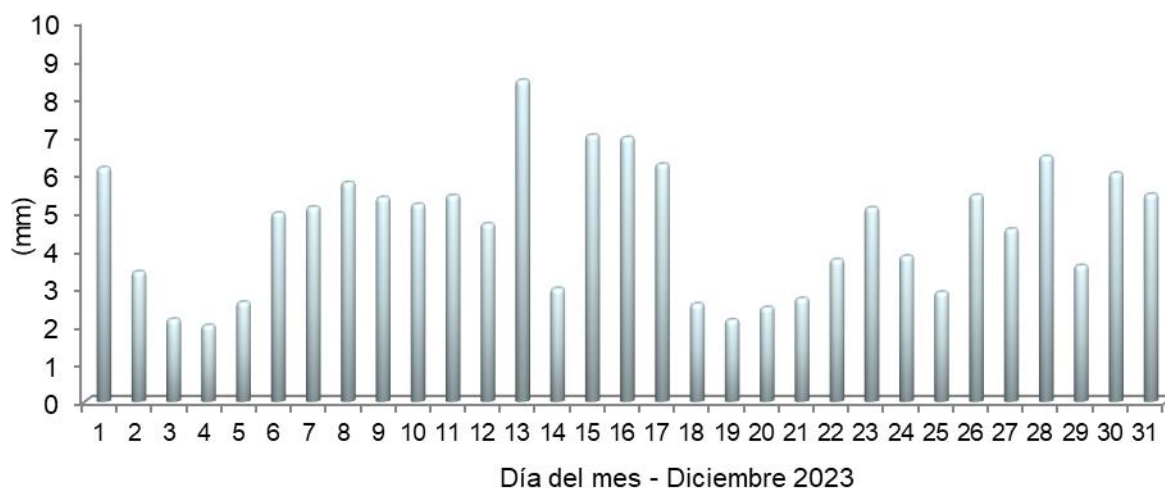


Figura 21. Valores diarios de evapotranspiración. Método Fao-Penman Monteith

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>65</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 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>66</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, Salas D.) cuyos datos son recolectados por el Ing. Puig<sup>67</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 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>

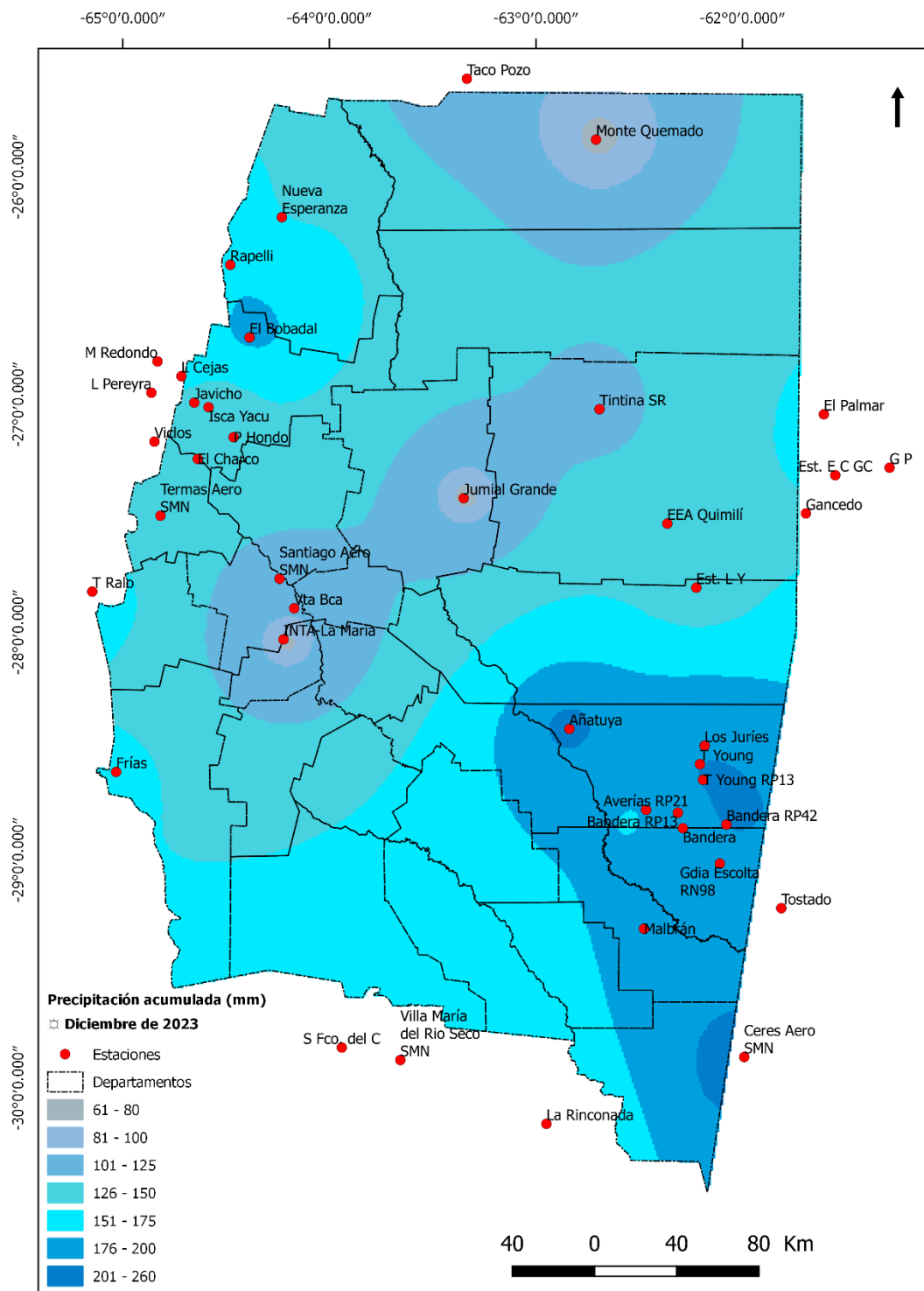
<sup>66</sup> QGIS Development Team (2014). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

<sup>67</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-santiagueno>

En base a los datos de las estaciones o puntos pluviométricos confiables a los que se accedió, las precipitaciones variaron desde 55,8mm en Jumial Grande hasta 258,5mm en “Bandera RP42”. En la ciudad Capital se contabilizaron más de 100mm, mientras que se alcanzaron 64,8mm en La Abrita y 101,0mm en Vta. de la Barranca. En el noroeste, varió entre 77mm en Isca Yacu y poco más de 225mm en El Bobadal (Figura 22). En el centro en Tintina sumó 104mm. En el norte, en cercanías de Monte Quemado se acumularon 67,3mm, mientras que fueron 104mm en “Tintina SR”. En el Sudeste Malbrán acumuló 89,2mm, Bandera 149mm, Los Juríes 187,5mm y Tomas Young, 215mm.

Si lo analizamos como anomalía porcentual (Figura 23), durante el mes de diciembre, los déficits se encontraron por debajo del promedio en alrededor de un 25% en el norte y parte del centro provincial. En el resto de la provincia las anomalías fueron positivas con valores de casi un 100% por encima del valor esperado sobre todo en el sudeste y noroeste provincial

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



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

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

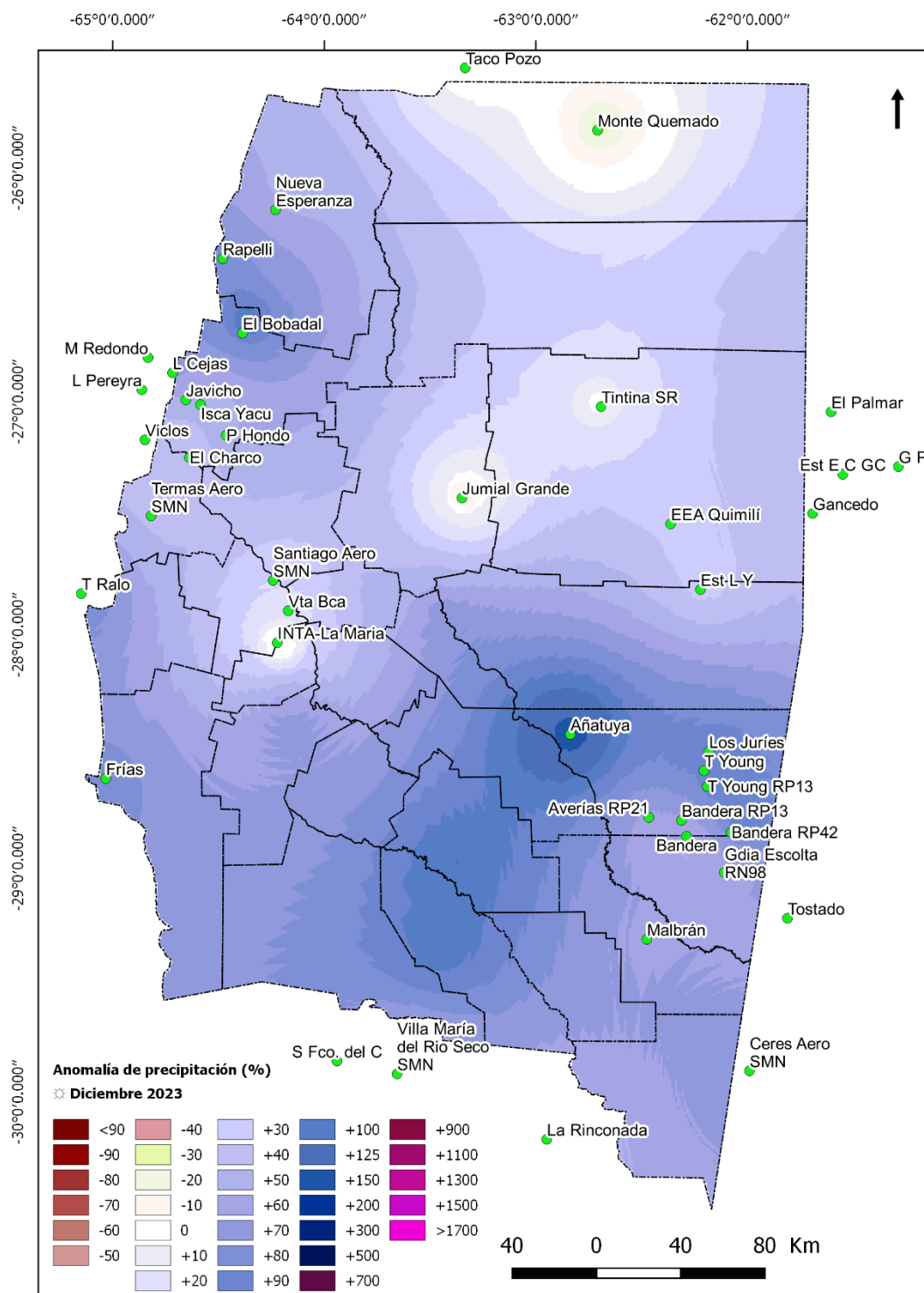


Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía Argentina

Figura 22. Precipitación acumulada (mm) observada durante diciembre 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 23. Anomalia de precipitación (%) registrada durante diciembre de 2023.



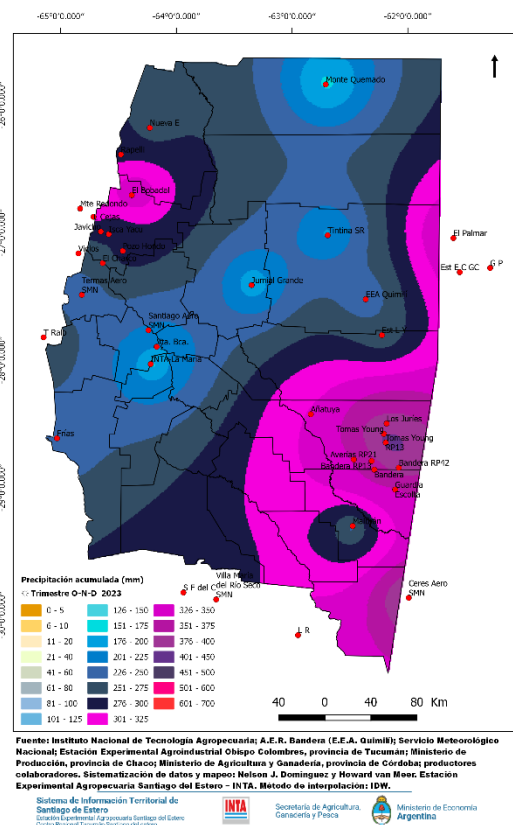


Figura 24. Precipitación acumulada (mm) entre octubre y diciembre de 2023.

Las lluvias acumuladas durante el trimestre octubre-noviembre-diciembre de 2023 (Figura 24) variaron desde los 138,9mm en INTA-La María hasta 512mm en “Tomas Young RP13”. En el aeródromo de la ciudad Capital se superaron los 225mm. Hacia el sudeste los valores variaron entre 172,6mm en Malbrán y lo indicado para “Tomas Young RP13”. En el Noroeste se acumuló entre poco más de 200mm en Viclos hasta los 442mm en El Bobadal. En el centro, Jumial Grande registró 140,3mm y 168mm fueron en Tintina. En el Norte Monte Quemado acumuló 152,8mm. 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.

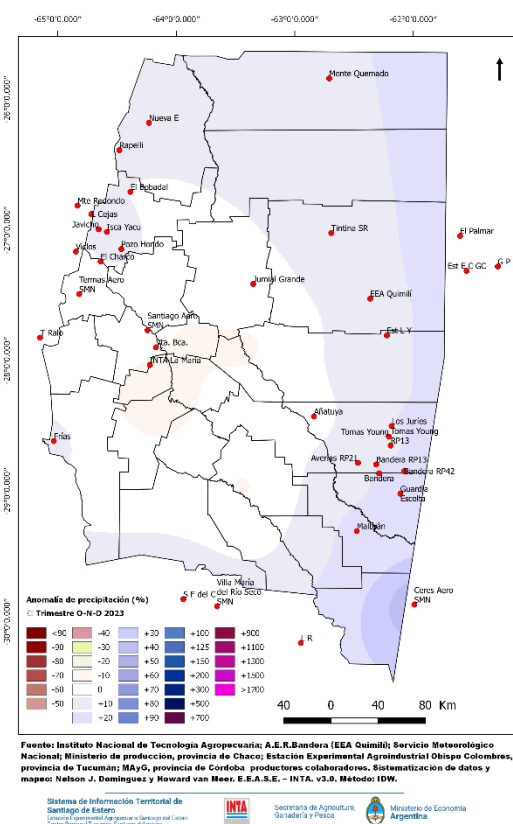


Figura 25. Anomalía de precipitación (%) entre octubre y diciembre de 2023.

Si analizamos el valor acumulado trimestral con relación al valor promedio histórico para igual periodo de tiempo, podemos apreciar que se presentaron anomalías levemente negativas con valores un 10% por debajo en el centro oeste del territorio y valores promedio y anomalías positivas hacia el resto de la provincia. Las restantes áreas en que no se cuentan con fuente de datos en esas franjas, la confiabilidad de la representación es baja (Figura 25).

## 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>68</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:

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

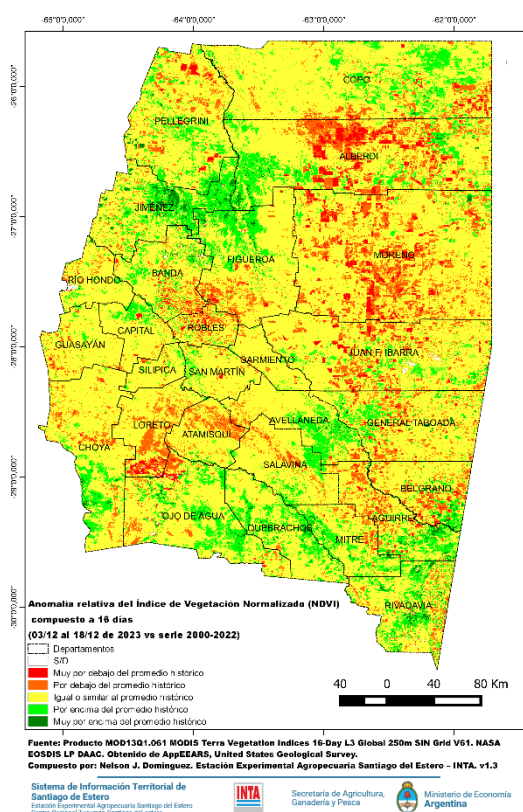


Figura 26. Anomalía relativa del NDVI del 03 al 16 de diciembre de 2023.

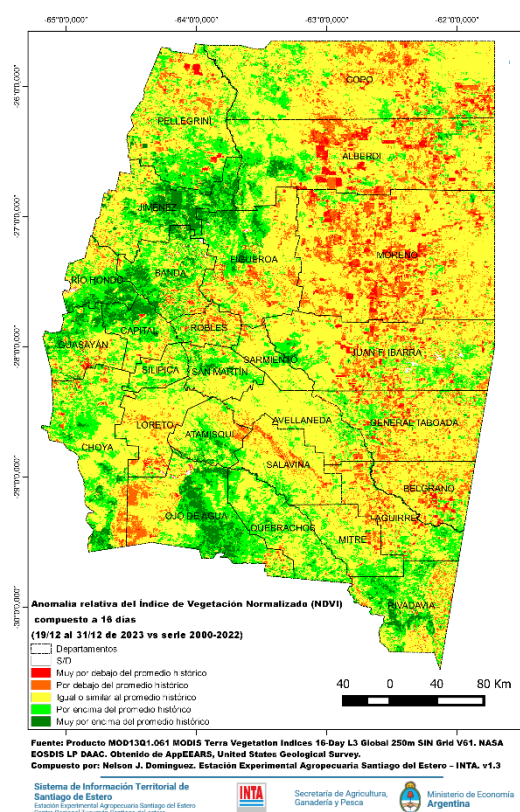


Figura 27. Anomalía relativa del NDVI del 17 al 31 de diciembre de 2023.

<sup>68</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 2024-01-12.

En la Figura 26 se aprecian importantes áreas con valores por debajo del promedio, con una reducción de los valores “muy por encima del promedio histórico”.

Si se toma en cuenta la totalidad de los píxeles con datos de la provincia, en este periodo el 71,8% corresponden a la categoría estilizada con amarillo (el 69,3 del área provincial era el ocupado por esta categoría en el período anterior), el 13,2% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) (6,8% en el período anterior) y el 1,2% (0,6% 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 13,8% (23,3% de los píxeles se encontraban en esta categoría en el periodo anterior) del territorio provincial (11,0% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 2,8% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

En la Figura 27 se aprecia un incremento de las áreas con valores por encima del promedio en el sector oeste de la provincia.

En este período, el 62,2% corresponde a la categoría de “igual o similar al promedio histórico” (amarillo), el 19,5% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) y, el 5,0 %, 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 13,3% del territorio provincial del que se cuenta con datos (10,4% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 2,9% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

## Focos de Calor

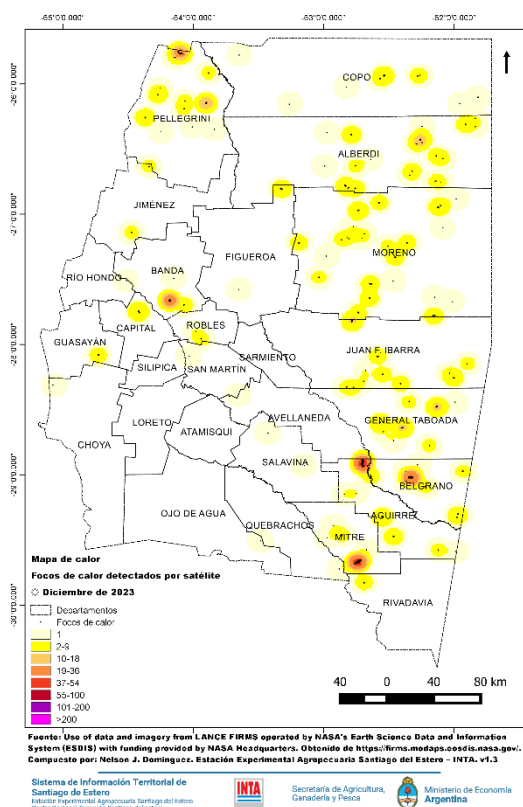


Figura 28. Focos de calor detectados por sensores satelitales y densidad de estos durante el mes de diciembre de 2023.

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 diciembre. Para ello se emplea el producto “Detección de Fuegos Activos”<sup>69</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 sudeste provincial y, en el departamento Pellegrini. Se detectó un 50% menos de focos respecto al mes anterior (Figura 28).

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>69</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/>