

ISSN N°1850-4086 N°1611

Informe del Mes de Noviembre de 2023

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

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

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

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

Resumen: El presente mes arrojó un valor medio de temperatura que puede catalogarse como “superior al normal”. El valor de temperaturas máximas medio mensual se ha posicionado en la séptima ubicación para un mes de noviembre, mientras que el valor medio de temperaturas mínimas se ubicó en la sexta posición entre los más altos también. El valor medio de temperaturas mínimas de la segunda y tercera década se han ubicado en la tercera posición entre los más altos, El valor medio de temperaturas máximas de la segunda década se coloca en la cuarta posición entre los calores más altos. Se ha registrado un valor diario de temperaturas mínimas que se encuentra ente los más bajos del mes. No se han registrado heladas agronómicas, a diferencia del año anterior.

Se han registrado 24,9mm de precipitación en el actual mes, catalogándose como inferior al normal. El actual mes ubica su acumulado en la

séptima 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 38% ubicándose como la séptima campaña con los valores acumulados más bajos del set de datos.

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

La humedad relativa del ambiente presentó valores superiores al promedio en la tercera década. Un 15% del tiempo los valores de este parámetro se encontraron por encima del 90%, mientras que en un 17% 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 veinticuatro 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 automática¹ cuando estos falten de la estación meteorológica convencional. No se recomienda emplear las series de datos de ambas fuentes en conjunto a los fines normales, dado el ruido que puede generar en el análisis estadístico de los datos históricos con fines de investigación climatológica.

El valor promedio de temperatura media mensual fue superior al normal², de acuerdo con el promedio de la serie³, compartiendo la cuarta ubicación⁴ con el año 2012, ordenados de manera descendente. El valor medio de temperatura máxima fue superior al normal, colocándose en la séptima ubicación⁵. El valor medio de temperatura mínima fue superior al normal y comparte la sexta posición⁶ con el año 2018. Los valores medios de temperaturas fueron mayores al del pasado mes de octubre.

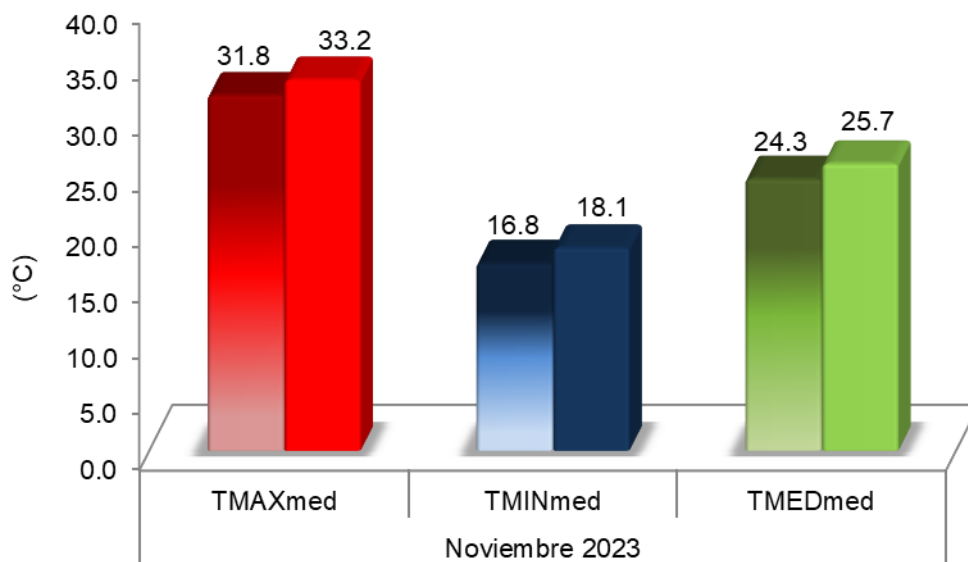


Figura 1. Valores medios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias para el mes de noviembre. Referencias: colores degradados (noviembre serie 1991-2020), colores uniformes (noviembre 2023).

¹Temperaturas máximas y mínimas diarias del día 11. Temperatura máxima de los días 01 y 19. Temperatura mínima de los días 02, 05, 15, 20 y 25. Las temperaturas medias de estos días surgen del promedio de los datos conjuntos de la estación automática en reemplazo de los que faltaran de la estación convencional.

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

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

⁴ Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 26,2°C se ubicaría en la tercera posición.

⁵ Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 33,4°C se ubicaría en la cuarta posición.

⁶ Sí solamente empleamos los valores medios diarios obtenidos con la estación convencional, el valor medio de 18,6°C se ubicaría en la cuarta posición.

Respeto a igual mes del año anterior, el valor medio de temperaturas máximas fue inferior en 1,5°C y el de temperaturas mínimas fue superior en 4,1°C.

El valor de temperatura media fue inferior al normal en la segunda década⁷ (Fig. 2). El valor medio de temperatura máxima de la primera década fue superior al de la última década del mes de octubre, mientras que el de temperatura mínima fue inferior.

El valor medio de temperaturas máximas fue superior en 0,3°C, 3,1°C y 0,8°C en cada década respectivamente. Por su parte, el valor medio de temperaturas mínimas fue inferior en 2,2°C en la primera década y superior en 3,6°C y en 2,7°C en la segunda y tercera década respectivamente. Es en la primera década dónde se registran tanto el valor diario de temperatura máxima, como el valor medio de temperatura mínima (Figura 4).

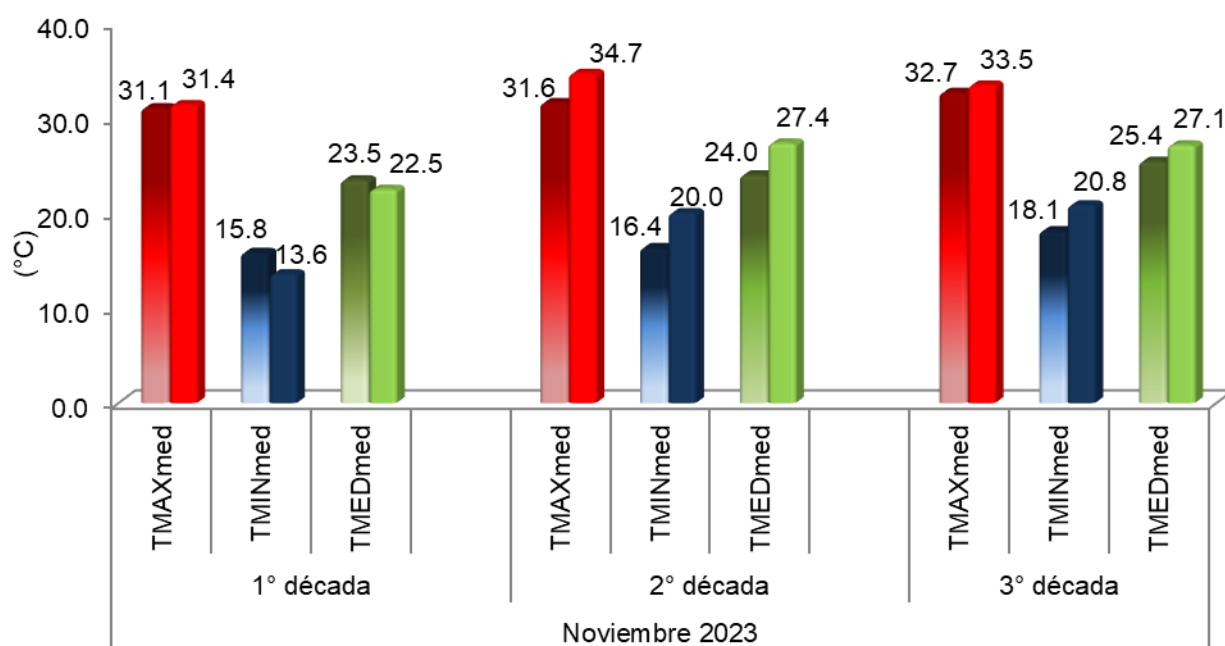


Figura 2. Valores medios de temperaturas máximas, mínimas y medias, agrupadas en períodos decadales, para el mes de noviembre. Referencias: colores degradados (noviembre serie 1991-2020), colores uniformes (noviembre 2023).

El valor medio de temperaturas máximas de la primera década se ubica en la decimoquinta posición⁸ (ordenados los valores de manera descendente) y, el valor de temperaturas mínimas medio de esta década comparte la posición octava⁹ con el año 2016 (ordenados los valores de manera ascendente). En la segunda década, el valor medio de

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

⁸ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 32,4°C se ubicaría en la novena posición.

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

temperaturas máximas calculado se ubica en la cuarta posición¹⁰, y el valor medio de temperaturas mínimas¹¹ se coloca en la tercera posición (ambos ordenados de manera descendente). En la tercera década, el valor promedio de temperaturas máximas¹² comparte la undécima posición con el año 2004 y el de mínimas se ubica en la tercera posición¹³ entre los valores más altos. Con respecto a las temperaturas medias, la primera década se ubica en la vigésima segunda posición¹⁴, el valor de la segunda¹⁵ se ubica en la tercera posición y la tercera¹⁶ década se ubica en la sexta posición, ordenados los valores de manera descendente.

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

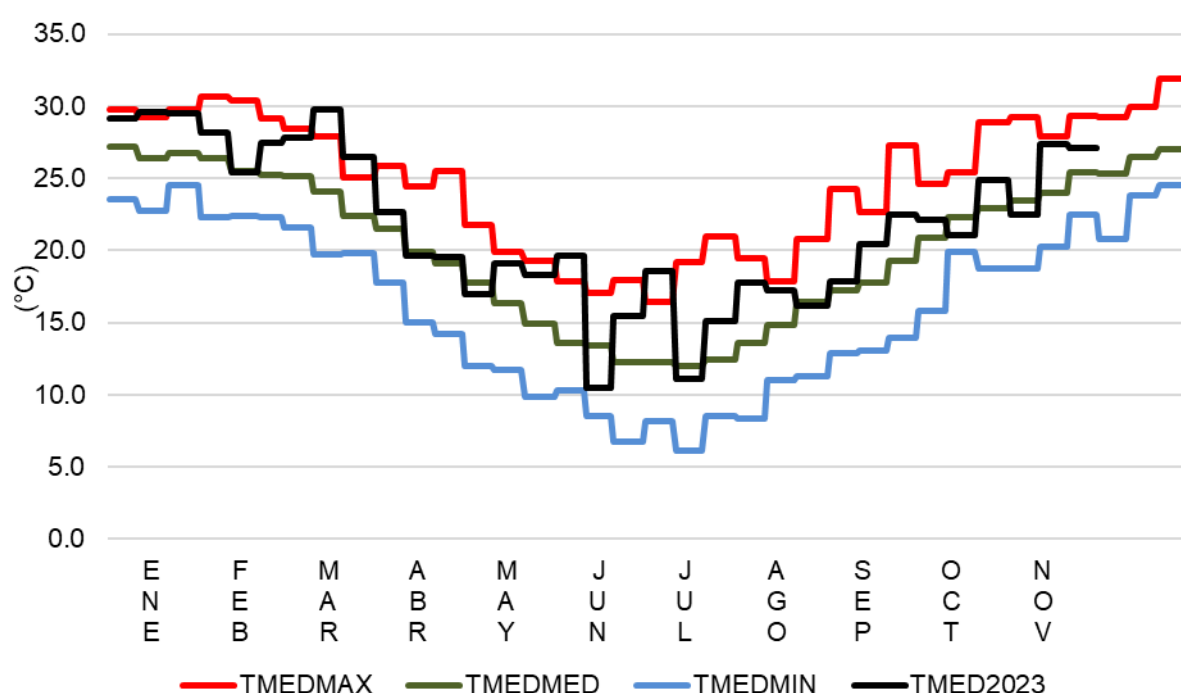


Figura 3. Valores de temperatura media absoluta máxima (TMEDMAX), absoluta mínima (TMEDMIN) y valor medio (serie 1991-2020) (TMEDMED), expresados en forma promedio decadal y, valor de temperatura medio decadal del presente año (TMED2023).

¹⁰ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 34,4°C compartiría igual ubicación con el año 2003.

¹¹ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 20,1°C compartiría la decimotercera posición con el año 1999.

¹² Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 33,5°C conservaría igual posición.

¹³ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 27,3°C conservaría igual posición.

¹⁴ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 24,0°C se colocaría en la décima posición.

¹⁵ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 26,8°C conservaría igual posición.

¹⁶ Sí solamente se hubieran empleado los valores diarios obtenidos en la estación convencional, el valor medio de 27,3° se colocaría en la quinta posición.

Se realizó un análisis de los valores de temperaturas más altos registrados en cada categoría, de acuerdo con la serie histórica¹⁷ del mes de noviembre (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° | 2009,2017 | 44,0 | 2009 | 29,2 | 2009 | 35,5 |
| 2° | 2003 | 43,5 | 2008 | 28,2 | 2008 | 34,6 |
| 3° | 2020 | 42,6 | 2020 | 27,5 | 1995 | 33,2 |
| 4° | 2008 | 42,5 | 1995 | 27,2 | 2016 | 33,0 |
| 5° | 2019 | 42,1 | 1990 | 25,8 | 2020 | 32,8 |
| | 2023 | 45,1 | 2023 | 29,1 | 2023 | 35,6 |

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 noviembre (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° | 2008 | 15,0 | 2022 | 0,1 | 2000 | 12,8 |
| 2° | 2014 | 18,0 | 1992 | 2,1 | 1992 | 13,1 |
| 3° | 2015 | 18,5 | 2016 | 2,8 | 2022 | 13,3 |
| 4° | 2019 | 18,6 | 1999 | 4,6 | 2008 | 14,5 |
| 5° | 2000 | 19,0 | 2010 | 5,7 | 2016 | 14,9 |
| | 2023 | 21,6 | 2023 | 5,6 | 2023 | 16,2 |

De las tablas se puede mencionar que al menos ha ocurrido un valor diario de temperatura media que es ahora el valor más alto para un mes de noviembre y, un valor de temperatura mínima bajo para el mes.

En veinticuatro días la temperatura máxima diaria se ha encontrado por encima del umbral de los 30,0°C, siendo 20 el número de días promedio (Figura 4).

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

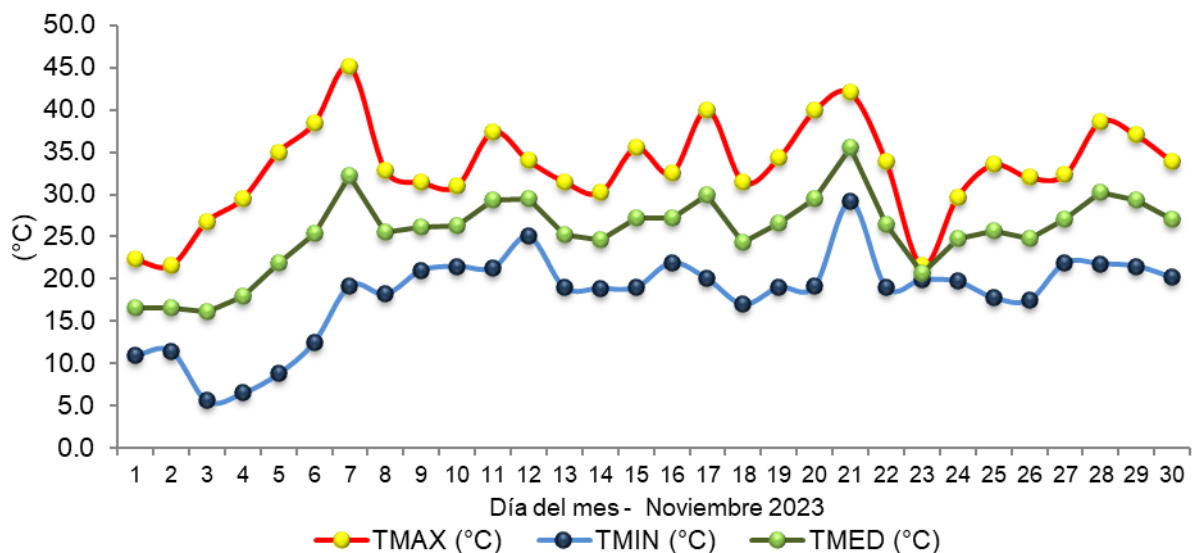


Figura 4. Valores diarios de temperatura para el mes de noviembre de 2023.

A diferencia de igual mes del año anterior no se han registrado heladas agronómicas. El último evento de este año ocurrió el día 13 de octubre, fecha por fuera del intervalo más esperable en que ocurran por lo que se puede catalogar como un evento de ocurrencia tardía.

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.

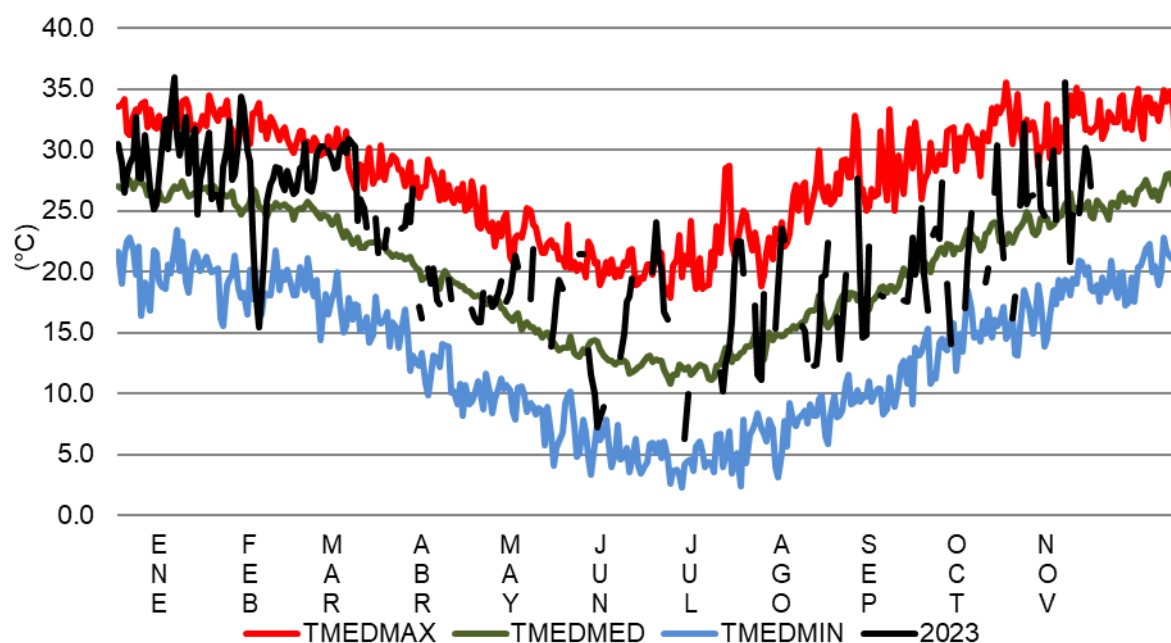


Figura 5. Valores de temperatura media: absoluta máxima, absoluta mínima y valor medio (serie 1991-2020), expresados en forma diaria y, valor de temperatura medio diario del presente año.

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 cultivo¹⁸. 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 algodón¹⁹ en se han acumulado 74,9, 123,5 y 121,5 grados días (temperatura base: 15,5°C²⁰), en cada una de las tres décadas respectivamente, totalizando 319,8 grados días²¹ para el mes de noviembre. Para los requerimientos de un cultivo de maíz^{22,23,24}, de modo general se han acumulado 122,7, 173,5 y 165,7 grados días de desarrollo²⁵ de la planta, totalizando 641,9 grados días en el mes.

PRECIPITACIÓN

Se registraron 24,9mm de precipitación acumulada de manera mensual. Se constató que este valor estuvo 35,7mm por debajo del promedio de la serie²⁶ para el presente mes.

Ordenando de menor a mayor las cantidades acumuladas en cada uno de los meses de noviembre de la serie de datos históricos se puede indicar que el actual mes se ha ubicado en el puesto N°07 del ranking.

¹⁸ 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.

¹⁹ 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/>

²⁰ Fraisse C., Bellow J. & Brown C. 2019. Degree Days: Heating, Cooling, and Growing1. Agricultural and Biological Engineering Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Serie ABE381.

²¹ Empleando los datos combinados de la estación meteorológica y convencional aclarados en la nota al pie N° **¡Error! Marcador no definido..**

²² Gilmore, E.C., Jr. & Rogers, J.S. (1958). Heat Units as a Method of Measuring Maturity in Corn1. *Agron. J.*, 50: 611-615. <https://doi.org/10.2134/agronj1958.00021962005000100014x>

²³ 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>

²⁴ 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>

²⁵ 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

²⁶ Serie histórica considerada para el análisis de las precipitaciones mensuales: 1991-2020.

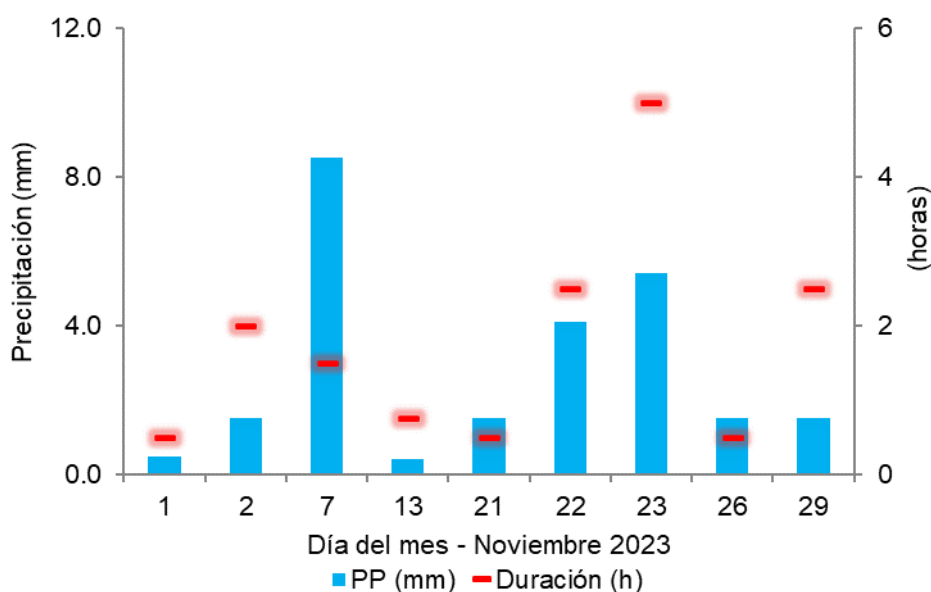


Figura 6. Valores de precipitaciones registradas como día pluviométrico mediante pluviómetro tipo “B” y duración²⁷ de los eventos a partir de los registros de estación meteorológica automática.

Se han contabilizado once eventos de los cuales nueve fueron registrables²⁸. El valor de días con precipitación registrable es de 7, para la serie del mes de noviembre²⁹.

En la Figura 7 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de cada uno de los meses de noviembre 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 3,4mm como valor mínimo y 261,0mm 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 noviembre, dicho valor es de 68,0mm. Relacionado a esto, el actual mes presentó un comportamiento por debajo del “normal”.

²⁷ 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.

²⁸ 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.

²⁹ Serie histórica considerada para el análisis del número de días con precipitaciones: 1991-2020.

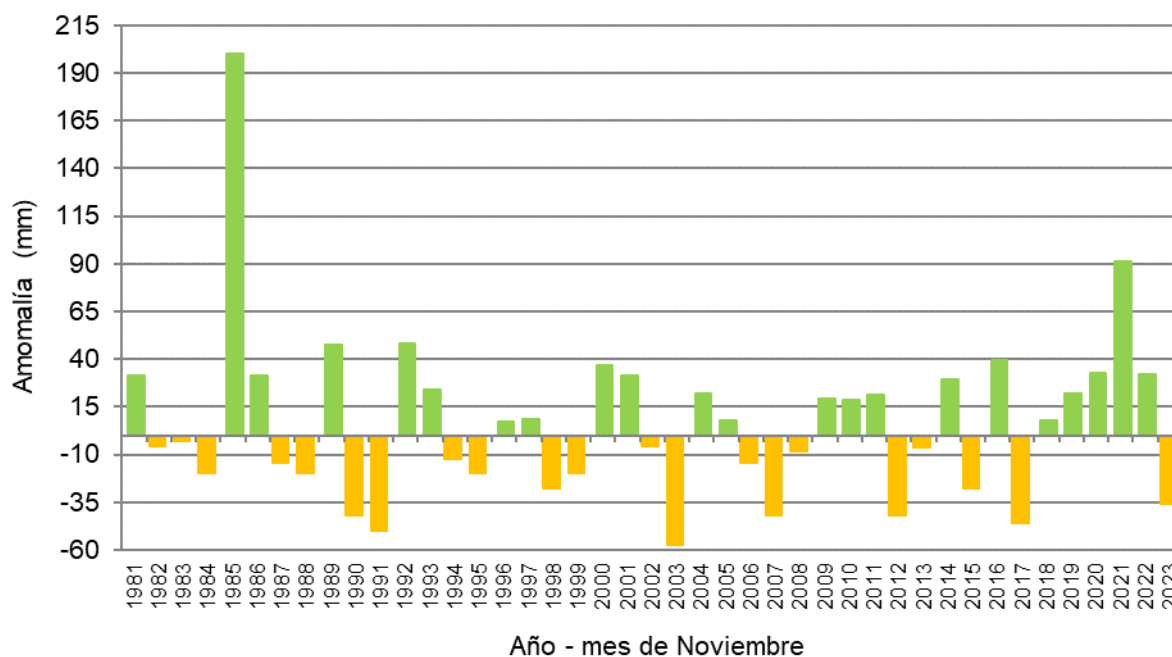


Figura 7. Anomalía de precipitación mensual (mm) para el mes de noviembre. Serie histórica (1981-2020).

Analizando el set de datos históricos, se constata que, en solo 6 años se registraron acumulados menores a 25mm.

Se analizaron los valores de precipitación máximos registrados en un día pluviométrico³⁰, de acuerdo con la serie histórica del mes de noviembre (Tabla 3).

Tabla 3. Valores máximos históricos de precipitación diaria³¹ para el mes de noviembre.

| | Año | mm |
|----|------------|------|
| 1° | 1997 | 61,0 |
| 2° | 2019 | 59,5 |
| 3° | 1993 | 55,5 |
| 4° | 2005,2009 | 48,0 |
| 5° | 2016, 2021 | 45,0 |

El valor máximo registrado en un periodo de 15 minutos por nuestra estación automática fue de 4,8mm en la madrugada del día civil 04.

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 38% (Figura 8).

³⁰ 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.

³¹ Serie histórica considerada para el análisis del valor máximo de precipitación acumulada en un día pluviométrico: 1989-2022.

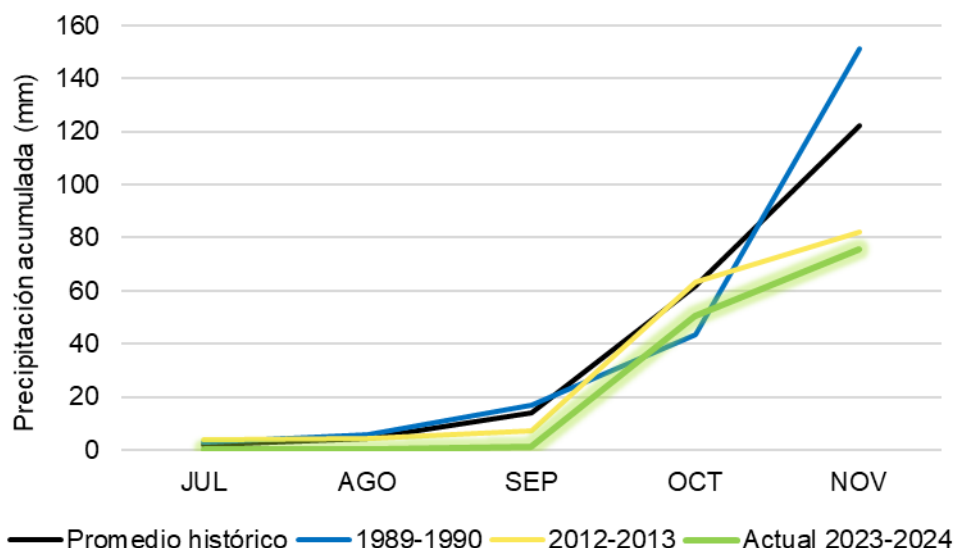


Figura 8. Valores de precipitación acumulada en año agrícola. Se presenta el promedio (línea negra) de la serie “La María” (1981-2020), además, aquellas campañas en las cuales se observaron los máximos (línea azul) y mínimos (línea amarilla) de precipitación acumulada total y, valor acumulado actual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

El valor acumulado promedio hasta el mes de noviembre es de 122mm con un valor de mediana de 116mm, siendo el acumulado actual, desde julio a noviembre del 2023, de 75,4mm.

En la Figura 7 se ejemplifica cómo fue la anomalía en milímetros de la precipitación acumulada en cada campaña desde julio a noviembre, 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 noviembre, dejan a la actual campaña en la séptima posición (de 42 años), ordenados los acumulados de manera ascendente.

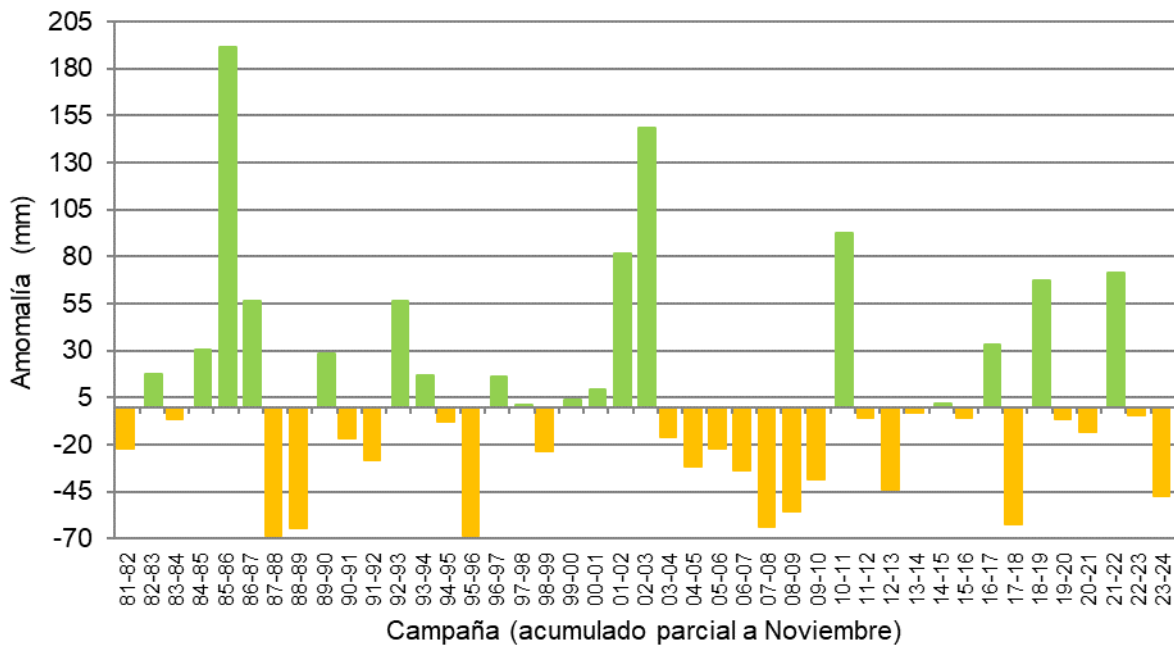


Figura 9. Anomalía de precipitación acumulada (mm) desde julio a noviembre de cada campaña agrícola. Serie histórica (1981-2020).

INSOLACIÓN

Durante el mes se han acumulado 166,8³² horas de heliofanía efectiva³³, el valor promedio de la serie³⁴ para el presente mes es de 257 horas. Expresado como heliofanía relativa³⁵, el presente mes presentó un valor promedio del 52%³⁶.

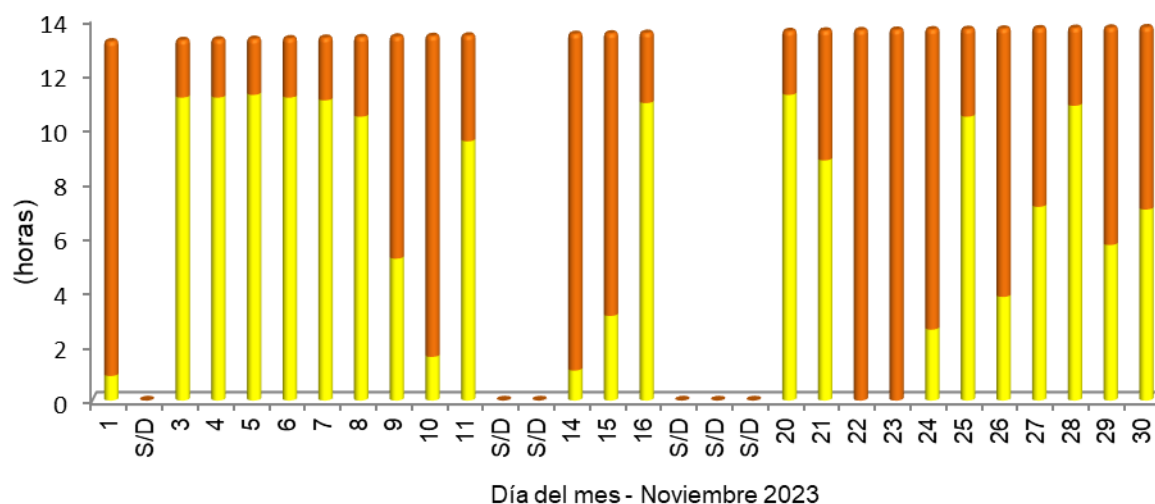


Figura 10. Valores de heliofanía efectiva con relación a la heliofanía teórica astronómica para cada día, expresados en horas y décimos de hora, registrados mediante un heliofanógrafo tipo Campbell-Stokes.

La heliofanía efectiva promedio fue muy inferior al valor esperado solamente en la tercera década. En la segunda década el valor, debido a la faltante de cinco datos no se debería tener en cuenta (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

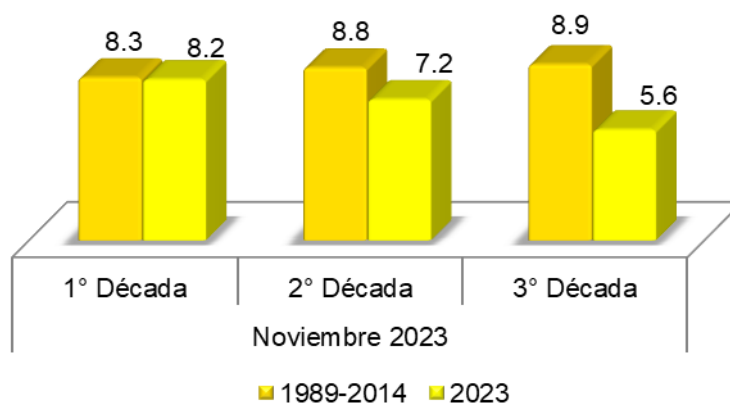


Figura 11. Valores medios de heliofanía efectiva (horas) agrupados por décadas para el mes de noviembre de 2023.

³² Nótese que faltan registros de seis días.

³³ 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.

³⁴ Serie de referencia para horas promedio mensual de insolación: 1989-2014.

³⁵ Heliofanía relativa: relación entre la heliofanía efectiva con respecto a la heliofanía teórica astronómica.

³⁶ Valor calculado en bases a días con datos de heliofanía.

Viento

Los valores de viento medio diario³⁷ se tomaron a partir de un anemómetro cuentavuelas totalizador, mientras que el valor de viento máximo³⁸ 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 4,6 km/h³⁹, siendo el valor medio de la serie de noviembre de 6,5km/h.

El valor de viento máximo más alto del mes fue de 37km/h, registrado en la madrugada del día 08, proveniente desde la dirección Sureste.

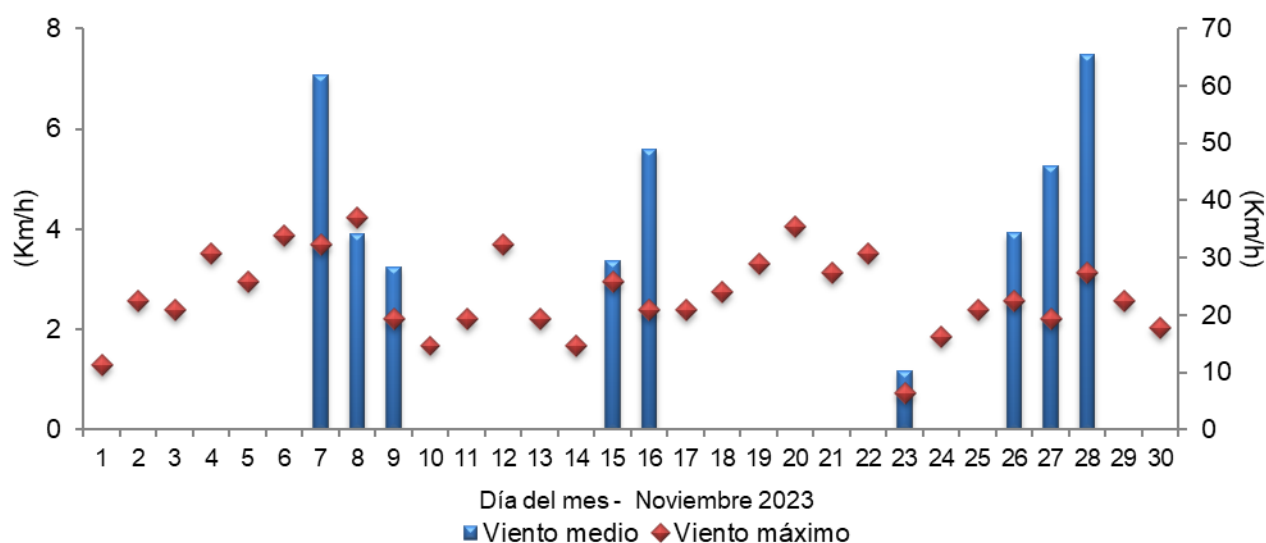


Figura 12. Valores de viento promedio diario a partir de anemómetro y, valor del viento máximo diario registrado por estación meteorológica automática.

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 2.880 períodos que componen al mes, como porcentaje del total y, a su vez la proporción de cada intervalo de velocidad en cada uno de los 16 rumbos⁴⁰ posibles de orientación de la dirección del viento. Se registró un 38% de

³⁷ Viento medio diario: cifra correspondiente al valor de viento promedio producto de la diferencia entre los valores observados en el visor del anemómetro cuentavuelas totalizador entre dos observaciones de días consecutivos, efectuadas a las 09:00h.

³⁸ Viento máximo: valor de velocidad máxima monitorizado por un elemento registrador, expresado en este caso en función del día civil.

³⁹ Con la faltante de datos de veintiún días.

⁴⁰ 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 R⁴¹, con el empleo del paquete “Open Air”⁴² (Figura 13).

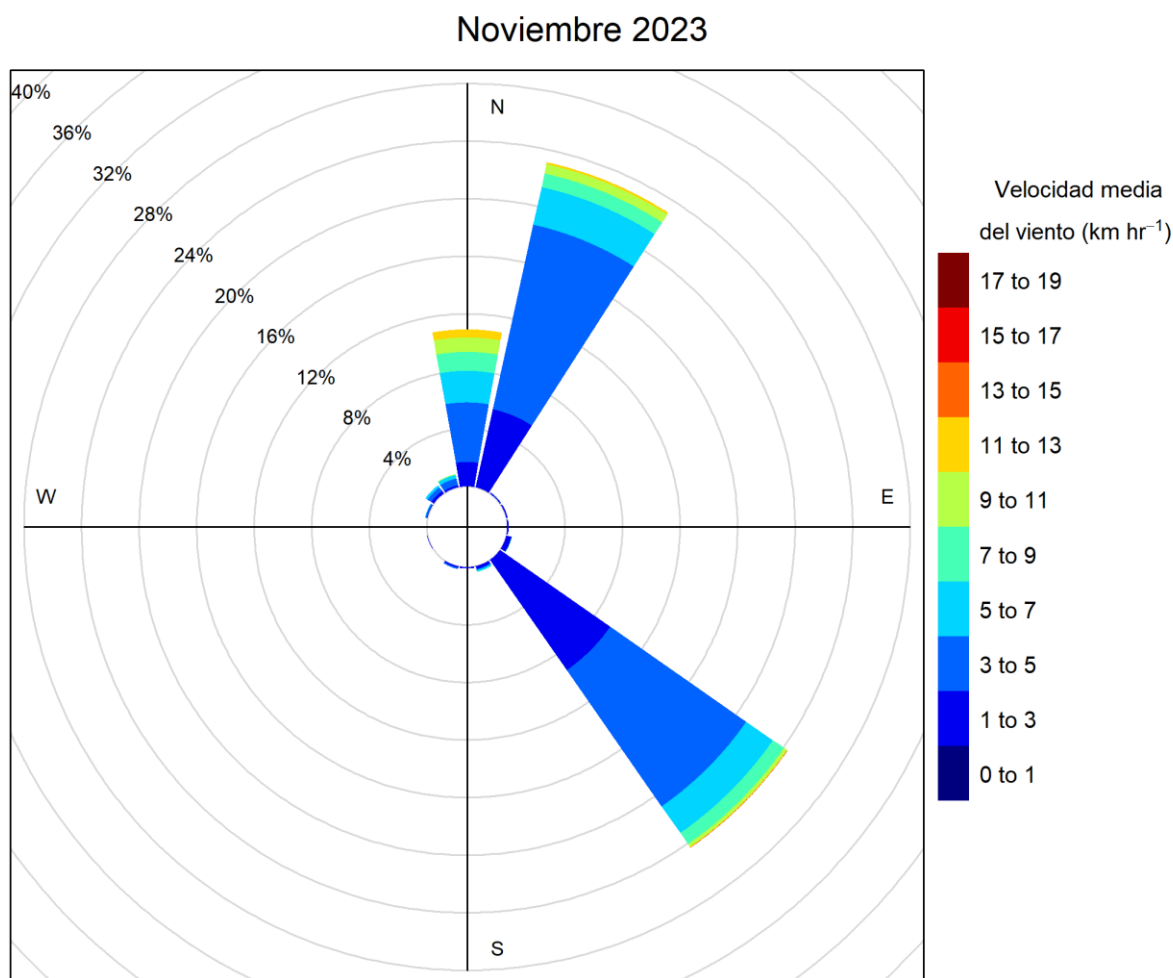


Figura 13. Porcentaje de la dirección del viento prevalente y porcentaje de cada intervalo de velocidad en cada una de las direcciones del viento para el mes de noviembre de 2023.

La dirección prevalente del viento fue desde el sector Sureste en 702 periodos seguido por el sector Nornoreste con 666 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 14,5km/h, desde la dirección Sudeste en la madrugada del día 08.

⁴¹ 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/>.

⁴² 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 61%⁴³, 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 diarias⁴⁴. Los valores extremos diarios fueron tomados del registro de datos de la estación automática.

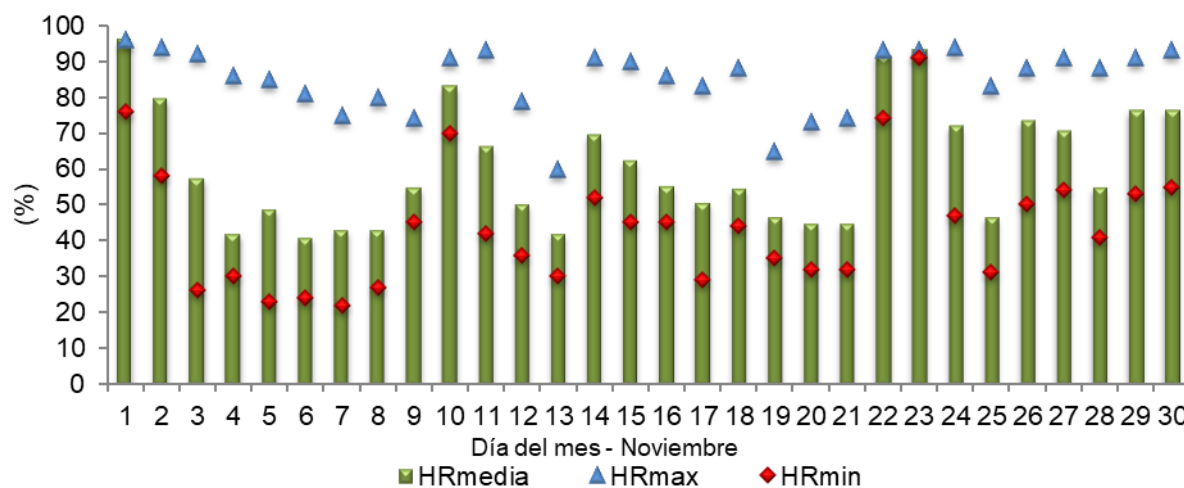


Figura 14. Valores diarios de humedad relativa (%).

El promedio de humedad relativa ambiente máxima diaria es del 85%, mientras que el promedio de valores mínimos diarios es del 44%.

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

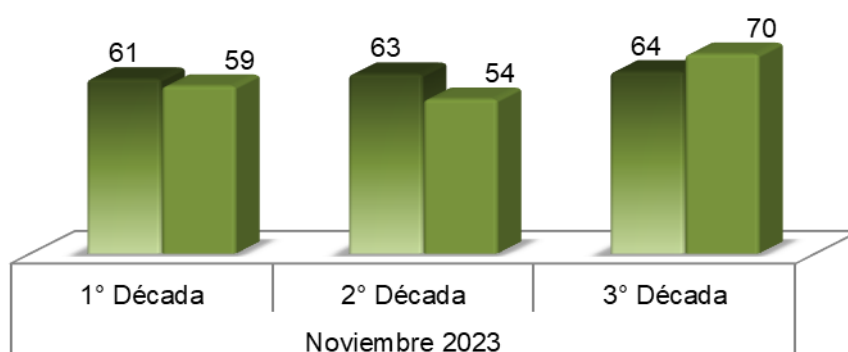


Figura 15. Valores medios de humedad relativa (%) agrupados por décadas para el mes de noviembre. Referencias: colores: degradados (noviembre serie 1989-2014), colores uniformes (noviembre 2022).

⁴³ Con datos combinados con la estación automática para las horas y días en que estos faltan de la estación convencional (con excepción de los días 03, 05, 08, 10, 15, 21, 24, 26 y 29).

⁴⁴ 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.

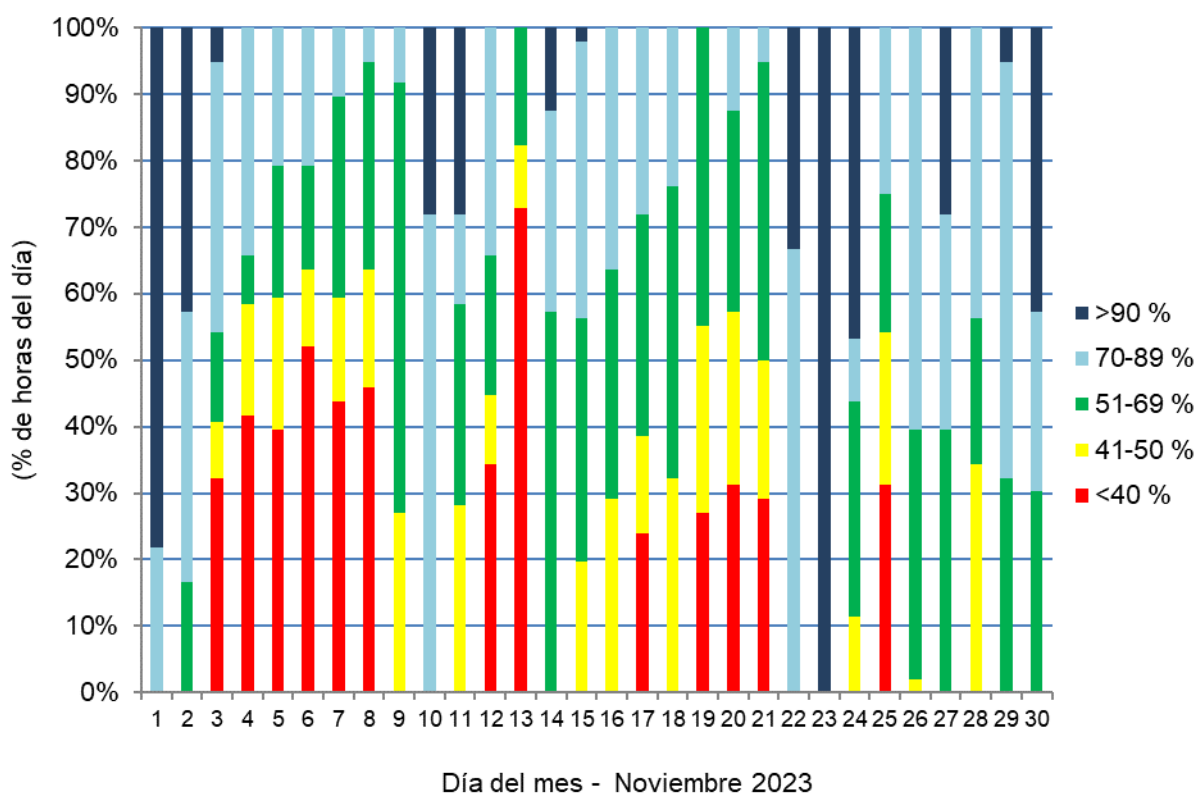


Figura 16. Duración horaria expresada como porcentaje del día para cada intervalo de humedad observado, en base al registro de la estación automática.

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).

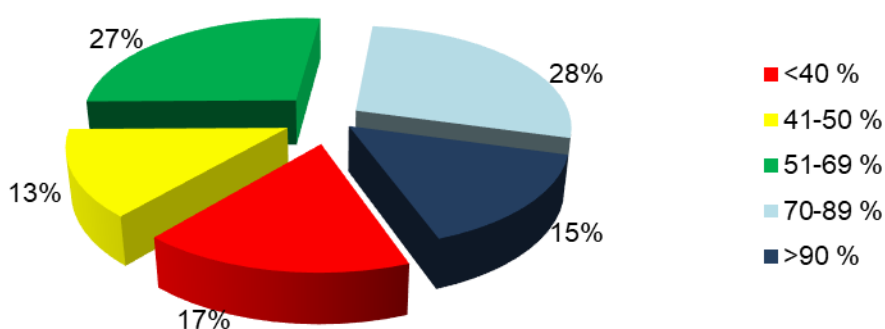


Figura 17. Horas totales mensuales expresadas como porcentaje de los diferentes rangos de humedad.

En el transcurso del mes, se han contabilizado 109 horas con humedad relativa ambiente por encima del 90% (80 horas le correspondían a esta categoría el mes pasado), mientras que fueron 121 horas con humedad relativa por debajo del 40% (161 horas fue el registro del pasado mes de octubre).

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^{45 46 47 48}. 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 corporal⁴⁹. 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^{50 51 52}.

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 84⁵³. Los valores del índice mencionados anteriormente se obtienen mediante la fórmula⁵⁴:

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

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

⁴⁵ Moran, J. (2005). *Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. Landlinks Press.

⁴⁶ 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.

⁴⁷ 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.

⁴⁸ 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.

⁴⁹ 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.

⁵⁰ 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.

⁵¹ 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.

⁵² 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.

⁵³ 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.

⁵⁴ Referencias: “T” (temperatura en grados centígrados), “HR” (humedad relativa en porcentaje).

incidente resultaría más preciso para evaluar cómo se ve afectado el bienestar animal⁵⁵. 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 01, 02, 03, 04, 22 y 23 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 trece horas los días 07, 11, 17 20, 21 y 28.

Un 55% y un 44% 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 fisiológico⁵⁶, que hace a la susceptibilidad individual del animal⁵⁷.

⁵⁵ 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.

⁵⁶ 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.

⁵⁷ Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431-s444.

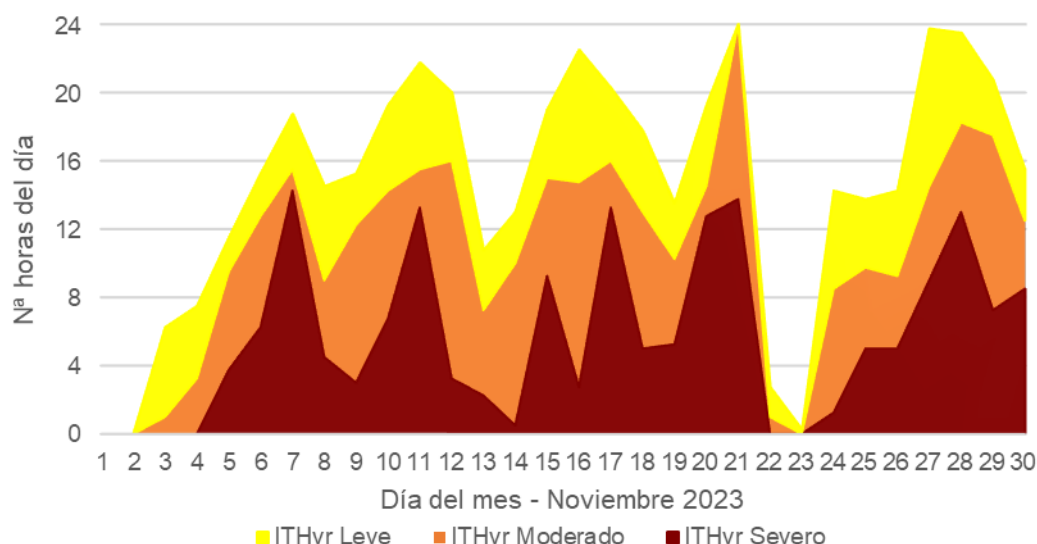


Figura 18. Duración horaria diaria para cada categoría del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de noviembre de 2023.

En la Figura 19⁵⁸ 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 noviembre.

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 98,6 el día 29, a las 15:00h aproximadamente.

⁵⁸ Adaptado de: MacKintosh J. 2020. The hourly heatmap with ggplot2. <https://gist.github.com/johnmackintosh/520643a1f82a0c7df00cf949ba98a4e9>

Índice "ITHvr" horario, noviembre 2023

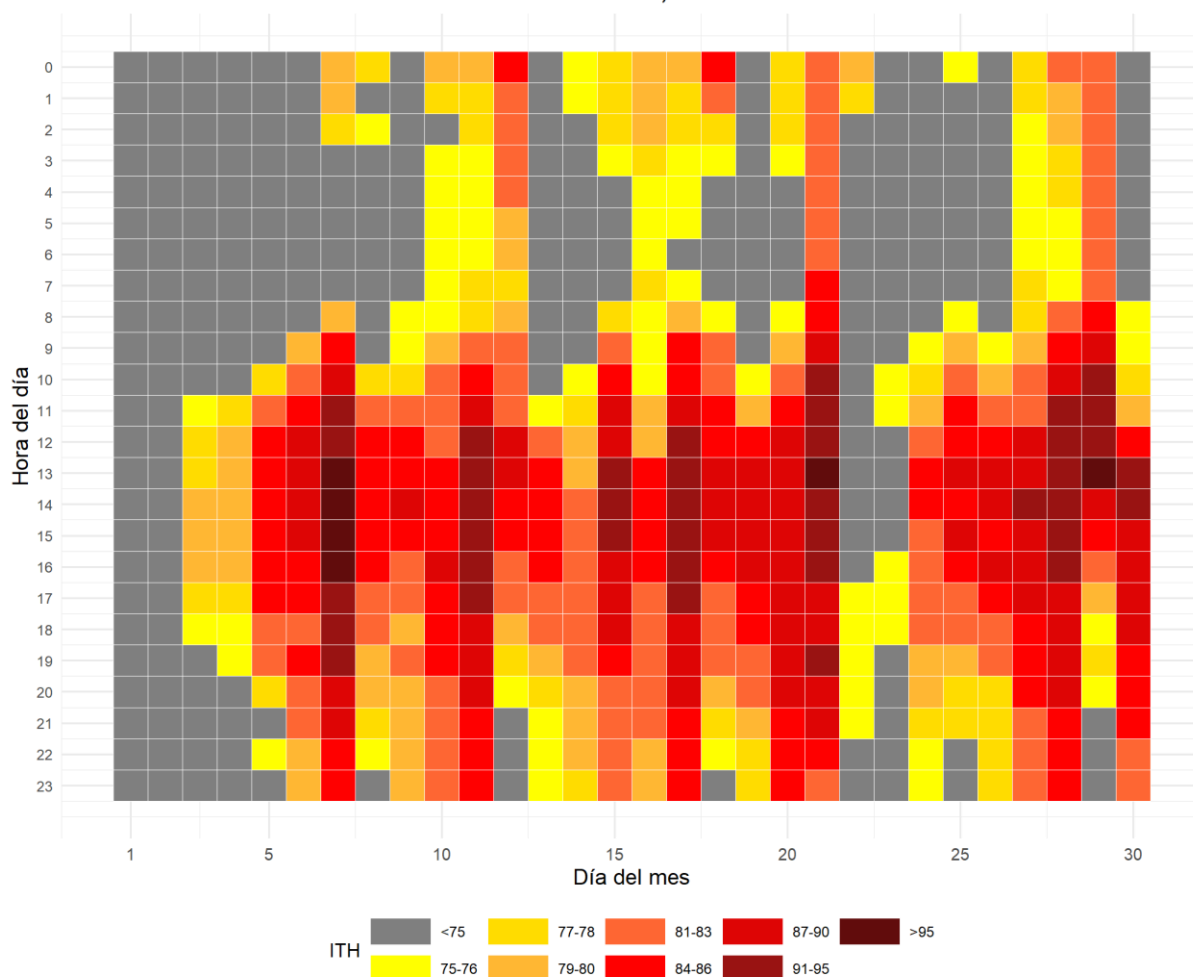


Figura 19. Distribución horaria diaria para cada valor del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de noviembre de 2023.

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 animal⁴⁵. Acciones tácticas son requeridas ante los primeros signos del estrés por calor para prevenir o minimizar las pérdidas del rendimiento⁴⁹. 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 productores⁵⁷. Revise el pronóstico a corto plazo del índice "ITH", sin ajustar, en: <https://siga.inta.gov.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 raíces⁵⁹. 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 trihorario⁶⁰ 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).

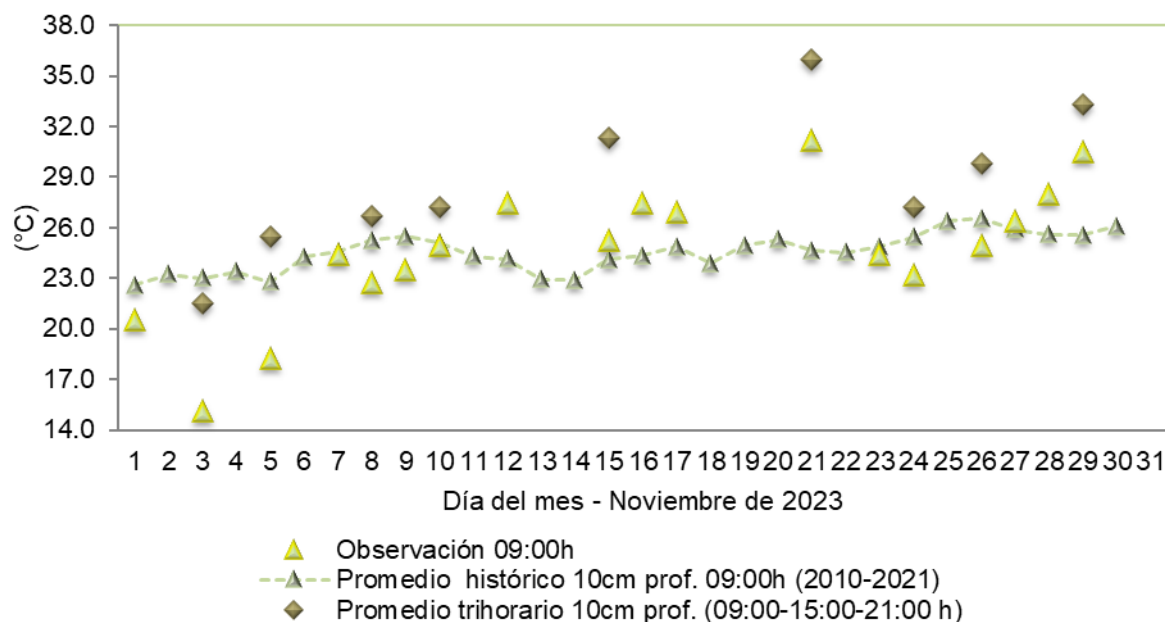


Figura 20. Valor de temperatura de suelo a las 09:00h suelo a 10cm bajo la superficie, valores medios trihorarios de temperatura de suelo a 10cm bajo la superficie. S/D: sin dato.

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 de estos parámetros, expresándose mediante la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET₀)⁶¹.

⁵⁹ 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.

⁶⁰ 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).

⁶¹ Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. *Fao, Rome, 300(9)*, D05109.

Si se emplean los datos de la estación automática de temperatura, humedad y radiación para los días faltantes (no los valores medio de viento), aplicando la ecuación de Fao-Penman Monteith, se acumula una evapotranspiración potencial de 134,8mm en este mes (Figura 21).

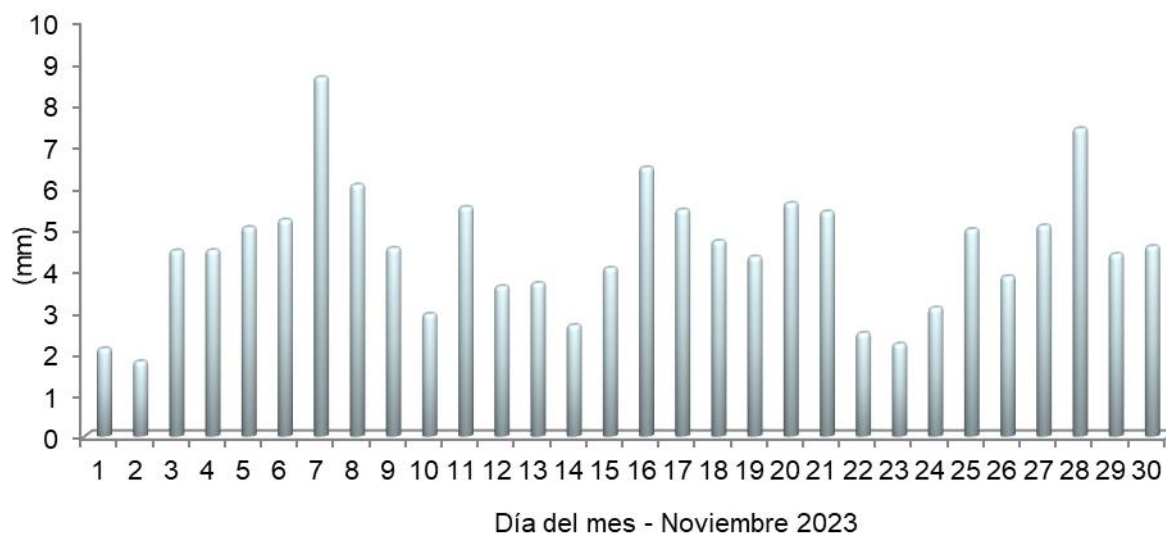


Figura 21. Valores diarios de evapotranspiración. Método Fao-Penman Monteith

Agradecemos la colaboración de los Srs. **Herrera O.W.** 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.

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®⁶², 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. Puig⁶³ de la A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimilí). Además, se suman los datos obtenidos por la sección de Agrometeorología perteneciente a la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (E.E.A.O.C.) de la provincia de Tucumán (El Charco, Monte Redondo, Rapelli, Javicho, Viclos, Taco Ralo, Isca Yacu, Pozo Hondo, El Bobadal, Los Pereyra y Nueva Esperanza), los datos de la red meteorológica provincial del Ministerio de Producción de Chaco (General Pinedo, 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>

⁶² QGIS Development Team (2014). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

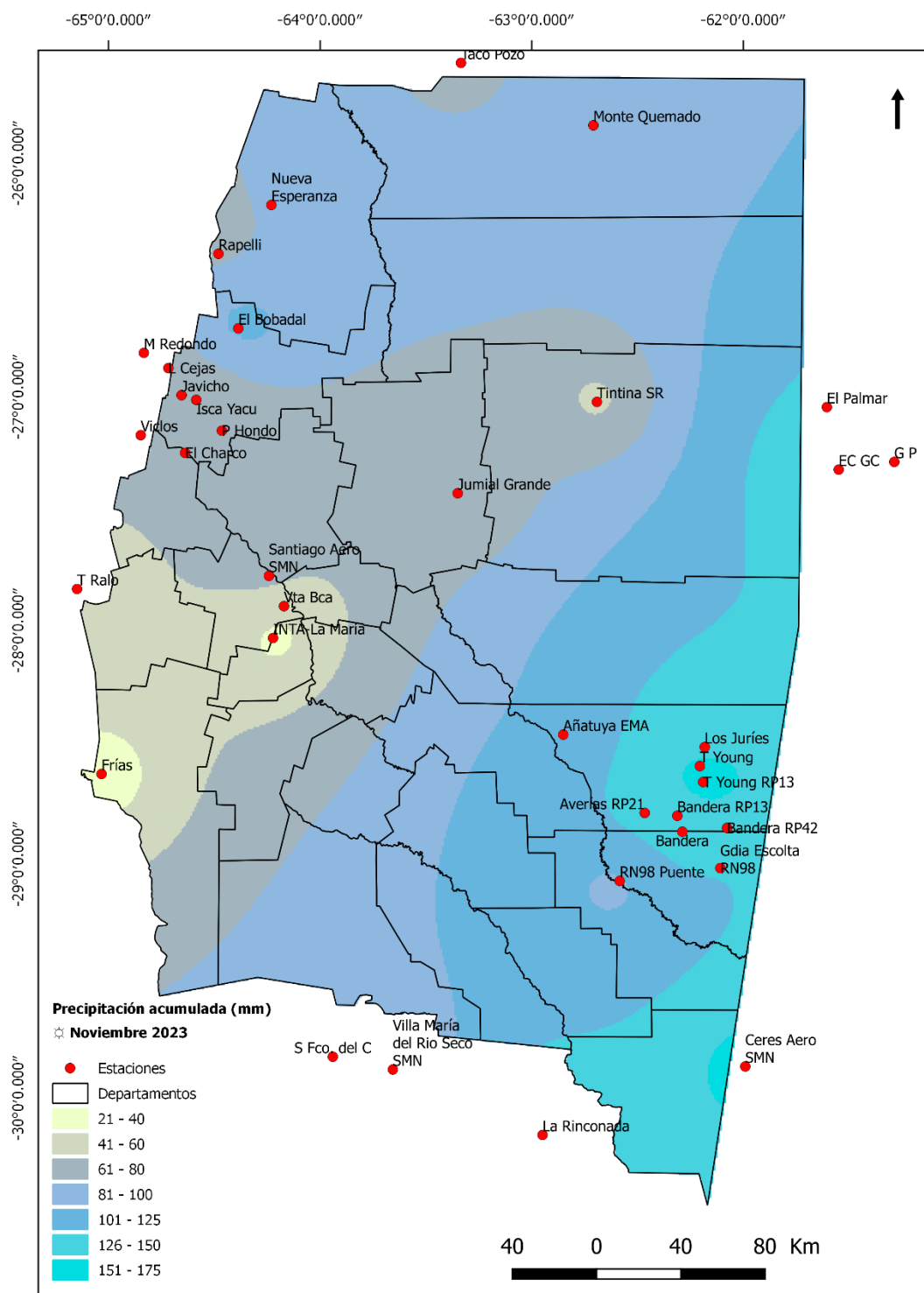
⁶³ Conforman la red las seis agencias de extensión de la EEA Quimilí, productores, empresas, instituciones y organizaciones de las diferentes zonas, aportando en forma remota los registros de cada evento para la carga de una base datos para su posterior análisis, y construcción de mapas para la interpretación 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 19,4mm en cercanías de Frías hasta 245mm en “Tomas Young RP13”. En la ciudad Capital se contabilizaron más de 85mm, mientras que se alcanzaron 24,9mm en La Abrita y 29,0mm en Vta. de la Barranca. En el noroeste, varió entre 30mm en Taco Ralo y poco más de 150mm en El Bobadal (Figura 22). En el centro, Jumial Grande acumuló 54,5mm y 47mm en Tintina. En el Noreste, en cercanías de Monte Quemado se acumularon 82,3mm. En el Sudeste “RN98 Puente” acumuló 64mm, Bandera 113,5mm, “Bandera RP42” 135mm y Tomas Young, 163mm.

Si lo analizamos como anomalía porcentual (Figura 23), durante el mes de noviembre, los déficits marcados se evidenciaron en la porción sudoeste del territorio provincial representando un 35% de lo esperado. En La Abrita solo se acumuló el 50% y entre el 75% y 85% en partes del centro-oeste y centro de la provincia. Hacia el norte los valores se encontraron levemente por debajo del promedio. En el noroeste, influenciado por el punto El Bobadal, se presentan anomalías positivas al igual que en el sudeste provincial, donde las anomalías positivas rondan el 60% en algunos sitios.

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



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

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

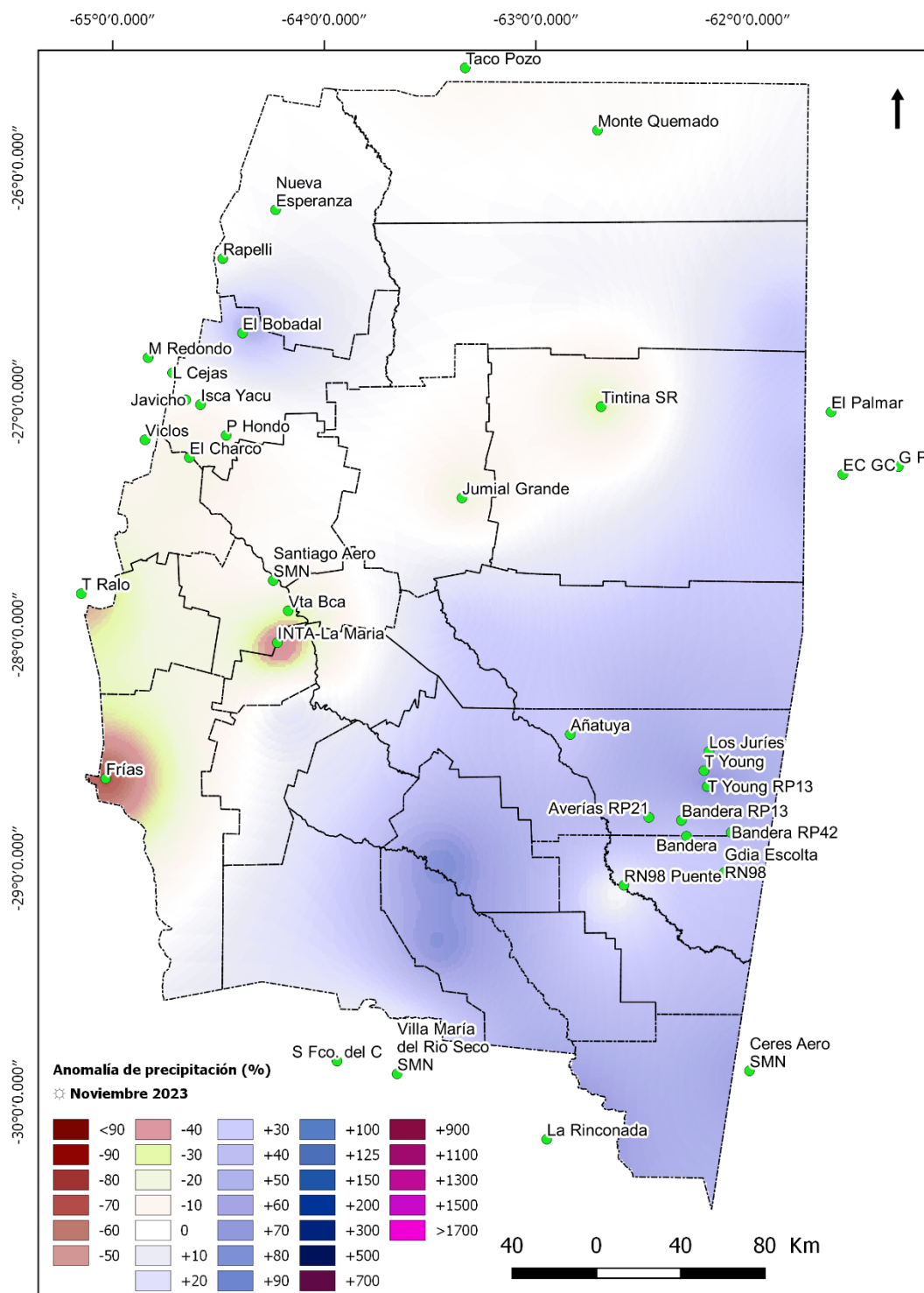


Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía Argentina

Figura 22. Precipitación acumulada (mm) observada durante noviembre 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 noviembre de 2023.

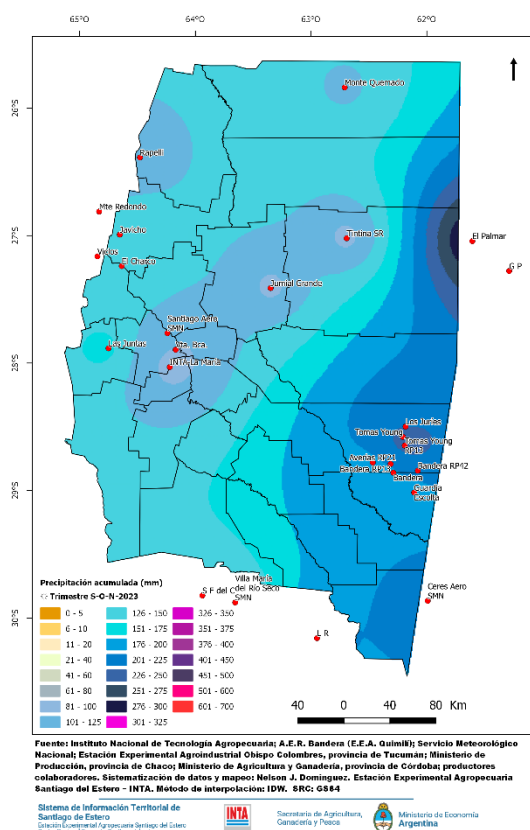


Figura 24. Precipitación acumulada (mm) entre septiembre y noviembre de 2023.

Las lluvias acumuladas durante el trimestre septiembre-octubre-noviembre de 2023 (Figura 24) variaron desde los 74mm en Vta. de la Barranca hasta 325mm en Tomas Young. En INTA-La María se contabilizaron 75mm, valor menor que el registrado en el aeródromo de la ciudad Capital donde se superaron los 125mm. Hacia el sudeste los valores variaron entre 148mm en Guardia Escolta y lo indicado para Tomas Young. En el Noroeste se acumuló entre poco más de 100mm en Rapelli hasta los 150mm en El Charco. En el centro, Jumial Grande registró 87mm y 75mm fueron en Tintina. En el Norte Monte Quemado acumuló 116,6mm. El punto de mayor valor empleado correspondió a El Palmar (Provincia del Chaco) con 326,6mm. 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.

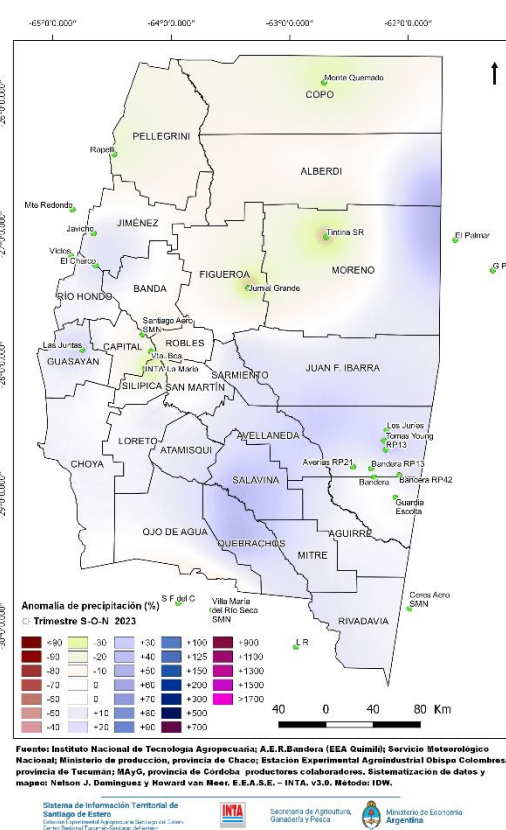


Figura 25. Anomalia de precipitación (%) entre septiembre y noviembre de 2023.

Si analizamos el valor acumulado trimestral con relación al valor promedio histórico para igual periodo de tiempo, podemos apreciar que se presentaron anomalías negativas que oscilaron entre un 25% en el norte, centro del territorio y valores positivo sen el centro-oeste y en el extremo este influenciada por los valores acumulados por las estaciones de Chaco. En la zona de La Abrita también hay anomalías negativas de alrededor de un 30%. 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), producto⁶⁴ 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:

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

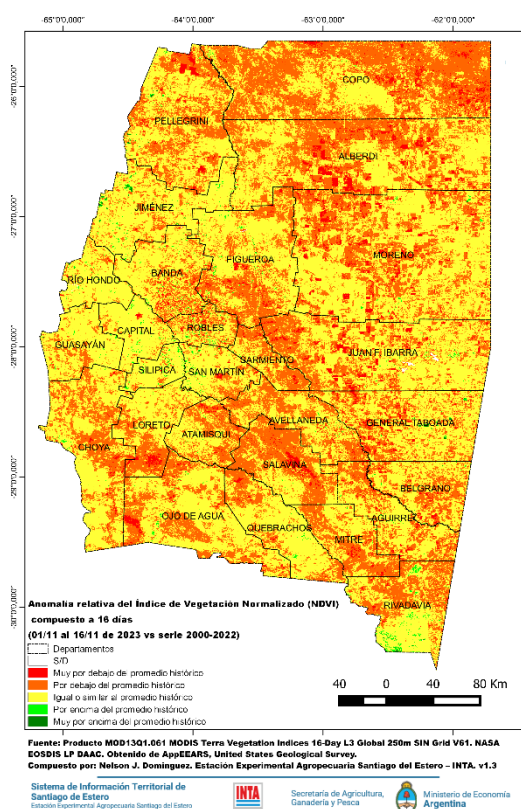


Figura 26. Anomalía relativa del NDVI del 01 al 16 de noviembre de 2023.

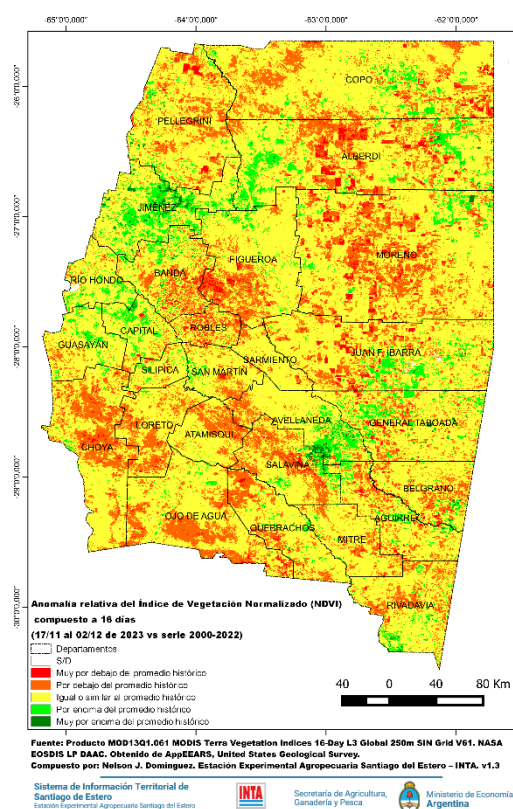


Figura 27. Anomalía relativa del NDVI del 17 de noviembre al 02 de diciembre de 2023.

⁶⁴ 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 un incremento 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 59,2% corresponden a la categoría estilizada con amarillo (el 74,3 del área provincial era el ocupado por esta categoría en el período anterior), el 0,5% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) (3,0% en el período anterior) y el 0,1% (0,3% 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 40,3% (22,4% de los píxeles se encontraban en esta categoría en el periodo anterior) del territorio provincial (36,9% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 3,4% 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 este período, el 69,3% corresponde a la categoría de “igual o similar al promedio histórico” (amarillo), el 6,8% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) y, el 0,6 %, 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 23,3% del territorio provincial del que se cuenta con datos (20,4% 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

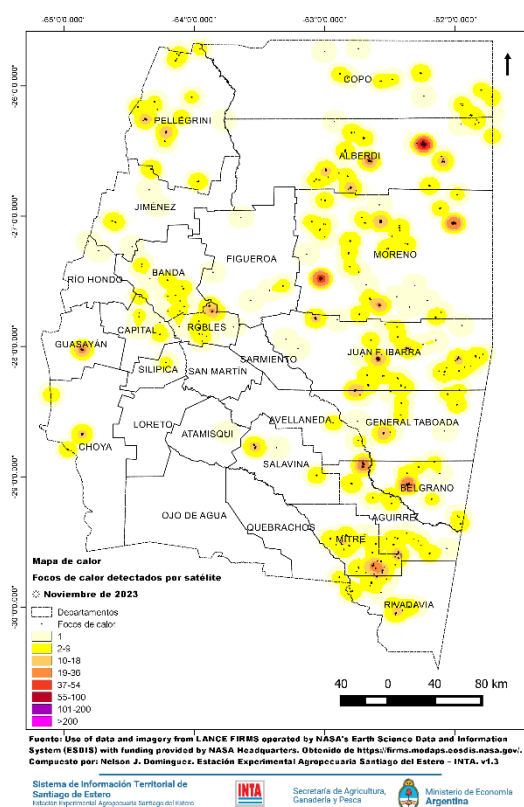


Figura 28. Focos de calor detectados por sensores satelitales y densidad de estos durante el mes de noviembre de 2023.

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 noviembre. Para ello se emplea el producto “Detección de Fuegos Activos”⁶⁵ obtenido de la información recogida por sensores VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) a bordo de los satélites de órbita polar Suomi-NPP y NOAA-20. En comparación con otros productos de detección de incendios satelitales de resolución más gruesa ($\geq 1\text{km}$), los datos mejorados de 375m proporcionan una mayor respuesta sobre incendios de áreas relativamente pequeñas, así como un mapeo mejorado de grandes perímetros de incendios. Se excluyen de esta visualización los focos de calor con confianza baja.

Los focos detectados presentaron mayores densidades en el este provincial, aunque fueron en mucha menor cantidad que el mes pasado (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;

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

⁶⁵ 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/>