

ISSN N°1850-4086 N°1622 Octubre 2024

Informe del Mes de Septiembre de 2024

Autor: Dominguez, Nelson Javier

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

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

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

Resumen: El presente mes arrojó un valor medio de temperatura que puede catalogarse como “superior a la normal”. El valor de temperaturas diarias máximas medio mensual se ha posicionado cómo el nuevo valor más alto para un mes de septiembre. Los valores medios de temperatura máxima se han ubicado en la tercera posición en la primera década y en la segunda posición en las otras dos décadas. En la segunda y tercera década, el valor medio de temperatura mínima se colocó en la sexta ubicación entre los más altos. Se ha registrado al menos un valor diario de temperatura máxima que es el nuevo valor máximo de septiembre. Al menos un valor diario de temperatura mínima se ha posicionado entre los más altos del set para este mes (43,2°C). No se registraron meteorológicas. Se han registrado tres heladas agronómicas, menor al valor promedio.

Se han registrado 4,0mm precipitación en el actual mes,

catalogándose como Normal. Hubo buena insolación promediando el 68% de heliofanía relativa.

Los vientos provinieron predominantemente desde la dirección Norte. Se registraron vientos máximos de 56,3km/h a 2m de altura sobre la superficie.

La humedad relativa del ambiente presentó valores levemente por debajo del promedio. Menos del 01% del tiempo los valores de este parámetro se encontraron por encima del 90%, mientras que un 35% del tiempo los valores se ubicaron en la categoría correspondiente a humedad ambiente “menor a 40%”.

En diez días se alcanzaron valores del índice ITH (modificado por viento y radiación) que corresponden a la categoría de estrés “severo”, con más de 10 horas en este estatus el día 30, con valores calculados máximos de 95.

La evapotranspiración de referencia fue de aproximadamente 119mm.

TEMPERATURA

El valor promedio de temperatura media mensual fue superior a la normal¹, de acuerdo con el promedio de la serie², posicionándose en la novena ubicación, ordenados los años de manera ascendente. Los valores medios, tanto de temperatura máximas como mínimas fueron superiores a la normal, colocándose el primero como el nuevo valor medio más alto y el de mínimas compartiendo la sexta ubicación con el año 2012. Los valores medios de temperaturas fueron mayores al del pasado mes de agosto.

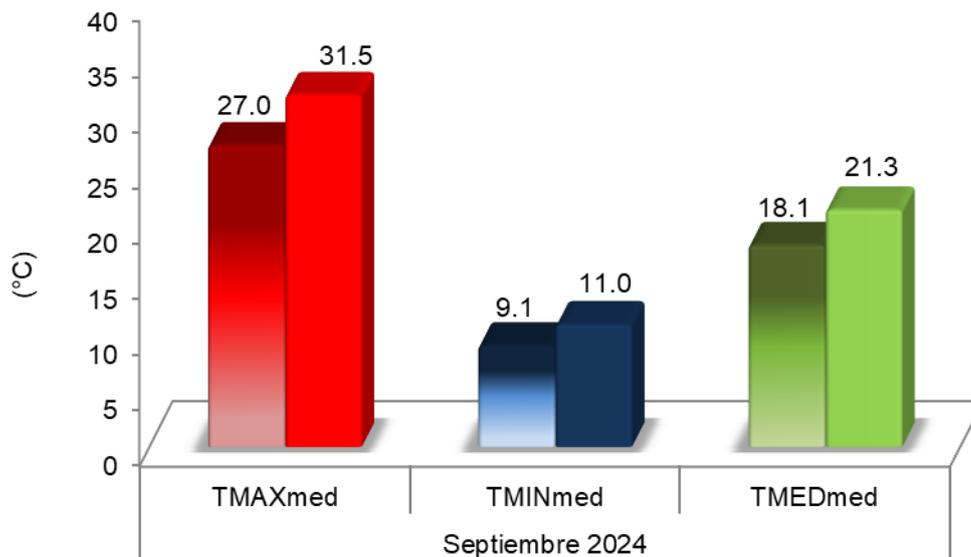


Figura 1. Valores medios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias para el mes de septiembre. Referencias: colores degradados (septiembre serie 1991-2020), colores uniformes (septiembre 2024).

Respecto a igual mes del año anterior, el valor medio de temperaturas máximas fue superior en 3,2°C mientras que el valor medio de temperaturas mínimas fue inferior en 1,2°C.

El valor de temperatura media fue superior a la normal en todas las décadas³ (Fig. 2). Los valores medios de temperaturas de la primera década fueron superiores a los de la última década del mes de agosto.

El valor medio de temperaturas máximas fue superior en 3,3°C, 4,5°C y en 5,7°C en cada década respectivamente. Por su parte, el valor medio de temperaturas mínimas fue inferior en 0,8°C en la primera década y superior en 2,5°C y en 4,0°C en las dos décadas restantes

¹ 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.

² Serie histórica considerada para el análisis de las temperaturas medias emplea el periodo de datos 1991-2020.

³ 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).

respectivamente. Es en la primera década dónde se registra el valor diario mínimo mientras que en la tercera se registra el valor máximo diario extremo (Figura 4).

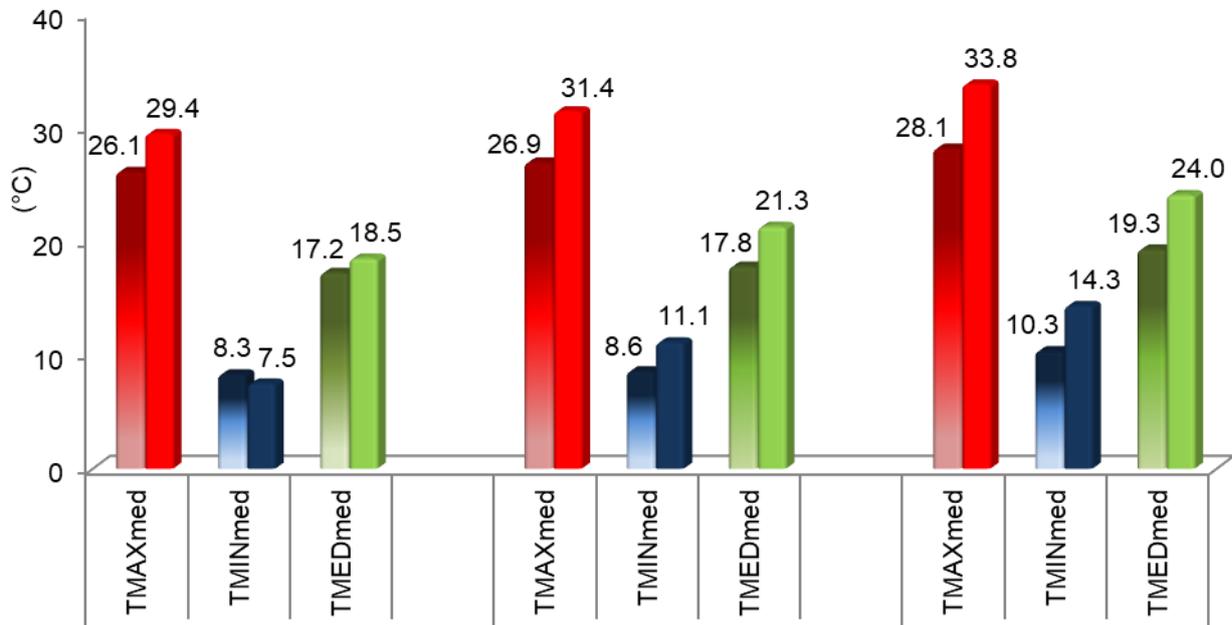


Figura 2. Valores medios de temperaturas máximas, mínimas y medias, agrupadas en períodos decadales, para el mes de septiembre. Referencias: colores degradados (septiembre serie 1991-2020), colores uniformes (septiembre 2024).

El valor medio de temperaturas máximas de la primera década se ubica en la tercera posición y, el valor de temperaturas mínimas medio de esta década se ubica en la decimosexta posición (ordenados los valores de manera descendente). En la segunda década, el valor medio de temperaturas máximas calculado comparte la segunda posición con el año 2016, y el valor medio de temperaturas mínimas se ubica en la sexta posición. En la tercera década, el valor promedio de temperaturas máximas se ubica en la segunda posición y, el valor promedio de mínimas en la sexta posición. Con respecto a las temperaturas medias, la primera década se ubica en la novena posición y el valor de la segunda y tercera década se ubican en la segunda posición.

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

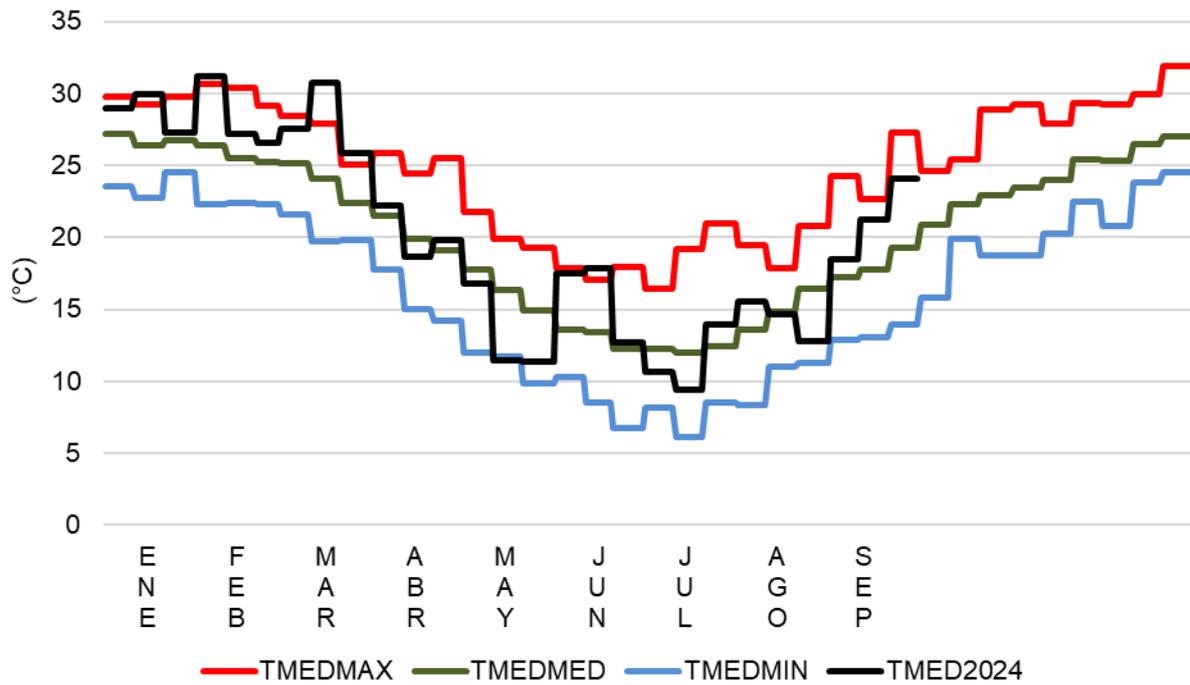


Figura 3. Valores de temperatura media absoluta máxima (TMEDMAX), absoluta mínima (TMEDMIN) y valor medio (serie 1991-2020) (TMEDMED), expresados en forma promedio decadal y, valor de temperatura medio decadal del presente año (TMED2024).

Se realizó un análisis de los valores de temperaturas más altos registrados en cada categoría, de acuerdo con la serie histórica⁴ del mes de septiembre (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°	2018	42,0	2013	25,5	2018	33,3
2°	1994	41,5	2018	24,5	2013	32,8
3°	2013	41,0	2020	21,5	1995	29,8
4°	2023	40,2	1994,2023	21,4 ⁵	2020	29,5
5°	2017	40,1	2002	21,1	1997	28,8
	2024	43,2	2024	21,4	2024	31,3

Además, se realizó un análisis de los valores de temperatura más bajos registrados en cada categoría, de acuerdo con la serie histórica del mes de septiembre (Tabla 2).

⁴ Serie histórica considerada para el análisis de las temperaturas extremas diarias: 1989-2023.

⁵ Valor tomado de estación automática para el día 24 de 2023

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°	1989	9,0	1995	-5,1	1993	6,2
2°	1996	11,0	1993	-5,0	1995,2019	8,1
3°	1991	11,6	2016	-3,8	1989,2016	8,2
4°	2000	12,5	2007	-3,4	1994,2005	8,6
5°	2019	13,0	1998	-3,3	2008	8,8
	2024	24,2	2024	0,9	2024	12,9

De las tablas se puede mencionar que al menos un día el valor diario de temperatura máxima se ha establecido como el récord para el mes. Al menos un valor diario de temperaturas mínimas se encuentre entre los más altos del set de datos para el mes.

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

No han ocurrido “heladas meteorológicas” (Fig. 4). La última helada de esta clase del se registró el martes 27 de agosto, siendo la fecha media de ocurrencia de última helada⁶ el 4 de septiembre (criterio de Pascale y Damario, 2004, citados en Fernandez Long *et al.*, 2016⁷), por lo que podemos indicar que han finalizado dentro del periodo temporal esperable.

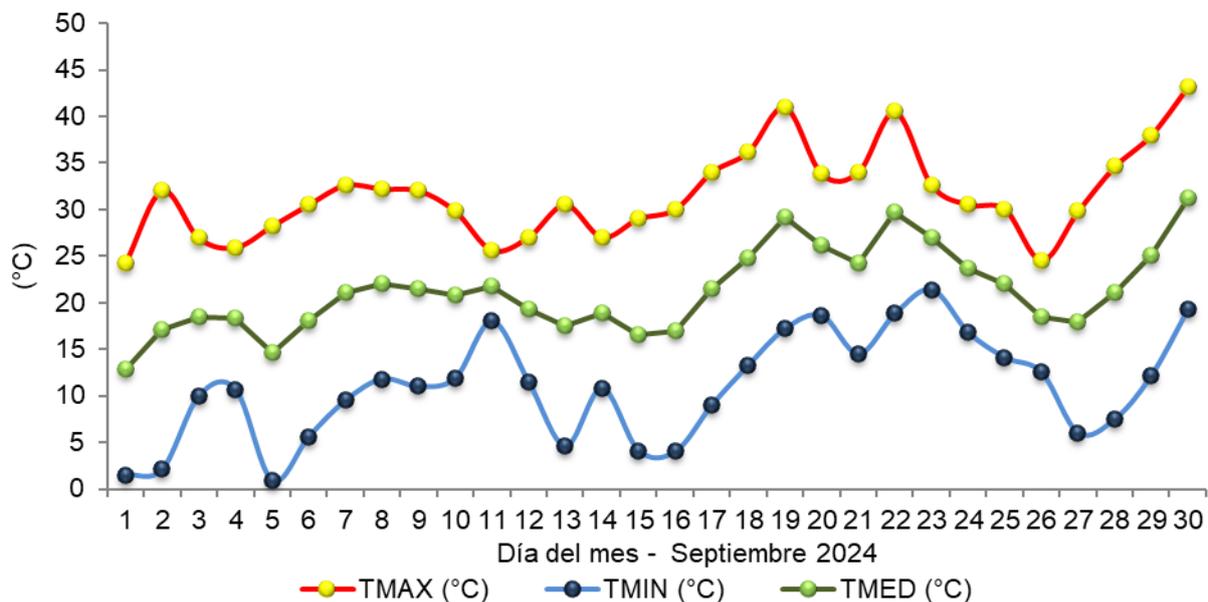


Figura 4. Valores diarios de temperatura para el mes de septiembre de 2024.

⁶ Criterio de Pascale y Damario: la fecha de la primera helada queda conformada como el primer día juliano del año en el que se registra una helada, siempre y cuando la misma ocurra antes del día juliano 196 (15 de julio), de lo contrario, en ese año en particular no habrá ocurrido el evento. Luego se obtiene el promedio de todas las primeras fechas de cada año del periodo de datos 1991-2020. Para el particular de nuestra estación, siempre ha ocurrido la primera helada antes de esa fecha.

⁷ Fernández-Long, M. E., Barnatán, I., Dominici, C., y Murphy, G. (2016). Información agroclimática de las heladas en la Argentina: generación y uso. *Meteorológica*, 41(2), 7-31.

Desde que el sol se esconde en el horizonte, la superficie del suelo deja de recibir energía, generando un balance negativo en el que sólo está perdiendo energía hacia la atmósfera, por lo que se empieza a enfriar y también las capas de aire inmediatamente encima de él. Se genera entonces un gradiente de temperatura del aire, en el que las capas bajas, cercanas al suelo se encuentran a menor temperatura que aquellas que están por encima. Por ello, en las capas de aire inferiores cercanas al suelo, durante las noches, los valores de temperaturas suelen ser menores a los registrados en la casilla meteorológica. Es así como podemos definir la ocurrencia de “heladas agrometeorológicas” o “heladas agronómicas” cuando la temperatura mínima en el abrigo sea menor o igual a 3,0°C (Tabla 4). Esto lo podemos registrar con el uso de un termómetro de mínima ubicado en intemperie a 5cm sobre la superficie del suelo, el que indica la mínima temperatura que se ha alcanzado durante la noche (temperatura mínima de radiación terrestre nocturna), no obstante, varios días en que los registros en el abrigo se han encontrado por debajo de 3,0°C no presentaron valores por debajo de 0,0°C en intemperie.

Tabla 3. Día de ocurrencia en el mes de septiembre, valor mínimo de temperatura registrado en abrigo meteorológico a 150cm de altura, registro de temperaturas mínimas nocturnas en intemperie por debajo de 0,0°C a 5cm sobre la superficie y, período del tiempo durante el cual se han registrado temperaturas por debajo de 3,0°C a partir de los datos de la estación meteorológica automática, a 150cm. S/D: sin dato.

Día	Registro mínimo en abrigo (°C)	Registro mínimo en intemperie a 5cm sobre superficie (°C)	Horario del período
1	1,5	-0,8	Desde las 06:30 hasta las 08:15
2	2,1	-1,2	Desde las 06:30 hasta las 08:00
5	0,9	1,1	Desde las 05:45 hasta las 08:30

De la Tabla 3 podemos indicar que han ocurrido tres “heladas agrometeorológicas” en el actual mes. El promedio de días con este tipo de heladas en el mes de septiembre es de cinco, no ocurriendo en solamente tres años, siendo diez días el número máximo contabilizado en el año 2008. Para igual mes del año anterior se contabilizó una helada de esta clase.

Un análisis de los valores de temperaturas medias diarias se realizó (Figura 5). Se tuvo en cuenta solamente el valor medio absoluto más alto y el más bajo para cada día con su correspondiente valor medio, considerando el periodo total de la serie histórica. A su vez se indica el valor de temperatura media diario⁸ del corriente año. Particularmente el día 30 presentó un valor medio para ese día que es más alto que el máximo de la actual climatología.

⁸ Incluye los valores de temperaturas medias diarias calculados combinando con los datos de la estación automática cuando estos faltasen de la estación convencional.

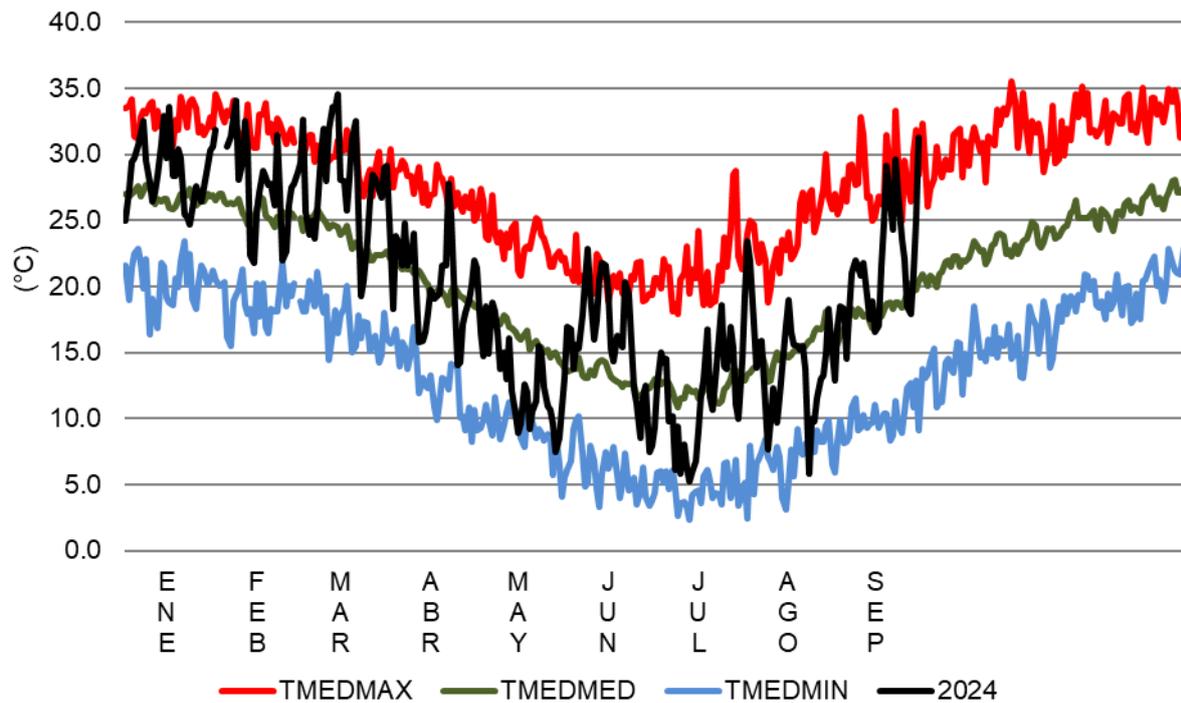


Figura 5. Valores de temperatura media: absoluta máxima, absoluta mínima y valor medio (serie 1991-2020), expresados en forma diaria y, valor de temperatura medio diario del presente año.

Los Grados Días de crecimiento son un indicador, basado en la temperatura del aire, que es empleado para evaluar el crecimiento, el desarrollo y la madurez del cultivo⁹. Es una medida de la acumulación de calor, utilizada para predecir las tasas de desarrollo de plantas y plagas, como por ejemplo la fecha en que un cultivo alcanza la madurez. En ausencia de condiciones extremas como la sequía o una enfermedad, las plantas crecen de forma gradual y acumulativa, lo que está fuertemente influenciado por la temperatura ambiente. Se definen (entre varios métodos de cálculo) como la temperatura media diaria (promedio de las temperaturas máximas y mínimas) por encima de un cierto umbral de temperatura base, acumulada diariamente durante un período de tiempo. Estas temperaturas dependen de la fase de desarrollo, no obstante, a los fines del presente, se ha definido solo una, independientemente del estado fisiológico.

Para el cultivo de trigo se han acumulado 184,7, 212,6 y 255,3 grados días (temperatura base: 0,0°C¹⁰) en cada una de las tres décadas respectivamente, totalizando 652,6 grados días para el mes de julio. En el caso del cultivo de cebolla se emplea como temperatura base 5,9°C¹¹ contabilizando de esta forma 125,7, 153,6 y 175,5 grados días en cada una de las tres décadas

⁹ 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.

¹⁰ INTA. Estimación de la distribución espacial de la incidencia de la fet (fusarium de la espiga de trigo) en la región pampeana para la campaña 2012/13. 2013. En: Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno, campaña 2013. Publicación Miscelánea N° 125. INTA–Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. pp 63-67.

¹¹ Brewster, J. L. 2008. Chapter 4: Physiology of crop growth. *Onions and other Vegetable Alliums*. (2nd ed.), Vol. 15, CAB International, North America.

respectivamente, con iguales aclaraciones del cálculo mencionadas, lo que logra un acumulado mensual de 454,8 grados días.

PRECIPITACIÓN

Se registraron 4,0mm de precipitación de precipitación acumulada de manera mensual (Figura 6), 5,5mm por debajo del valor promedio de la serie¹². En solo cuatro años de la serie no se registró precipitación.

Ordenando de mayor a menor las cantidades acumuladas en cada uno de los meses de septiembre de la serie de datos históricos se puede indicar que el actual mes se ha ubicado en el puesto N°21 del ranking.

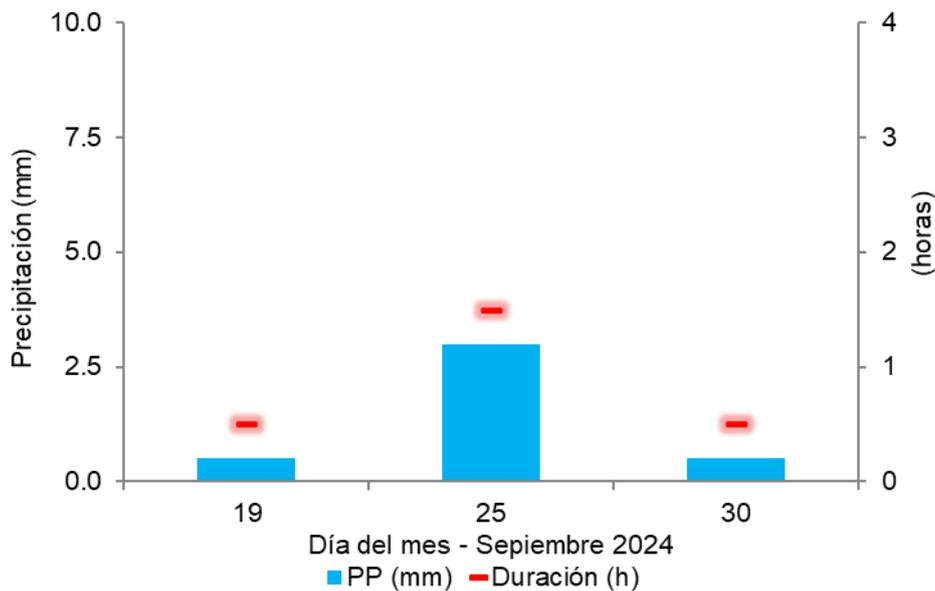


Figura 6. Valores de precipitaciones registradas como día pluviométrico mediante pluviómetro tipo “B” y duración¹³ de los eventos a partir de los registros de estación meteorológica automática.

Se han contabilizado cuatro eventos¹⁴ de los cuales tres fueron registrables¹⁴. El valor de días con precipitación registrable es de 2, para la serie del mes de septiembre¹⁵.

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

¹² Serie histórica considerada para el análisis de las precipitaciones mensuales: 1991-2020.

¹³ 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.

¹⁴ 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.

¹⁵ Serie histórica considerada para el análisis del número de días con precipitaciones: 1989-2020.

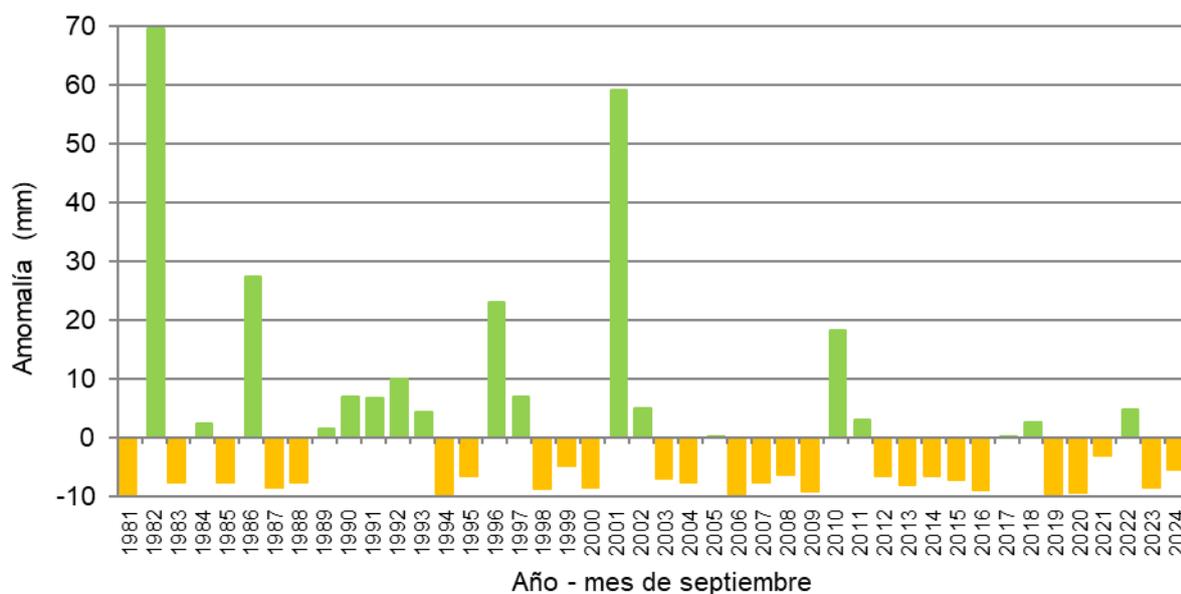


Figura 7. Anomalia de precipitación mensual (mm) para el mes de septiembre. Climatología 1991-2020.

Los valores extremos de precipitación acumulada mensual a lo largo de la serie histórica para el presente mes son de 0mm como valor mínimo y 79mm como valor máximo ocurrido en el año 1982.

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 septiembre, dicho valor es de 3,0mm. Relacionado a esto, el actual mes presentó un comportamiento “normal”.

Se analizaron los valores de precipitación máximos registrados en un día pluviométrico¹⁶, de acuerdo con la serie histórica del mes de septiembre (Tabla 4).

Tabla 4. Valores máximos históricos de precipitación diaria¹⁷ para el mes de septiembre.

	Año	mm
1°	2010	27,0
2°	1996	18,5
3°	2001	16,5
4°	2002	14,5
5°	2011	12,5

¹⁶ 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.

¹⁷ Serie histórica considerada para el análisis del valor máximo de precipitación acumulada en un día pluviométrico: 1989-2023.

INSOLACIÓN

Durante el mes se han acumulado 241,8 horas de heliofanía efectiva¹⁸, el valor promedio de la serie¹⁹ para el presente mes es de 222 horas. Expresado como heliofanía relativa²⁰, el presente mes presentó un valor promedio del 68%.

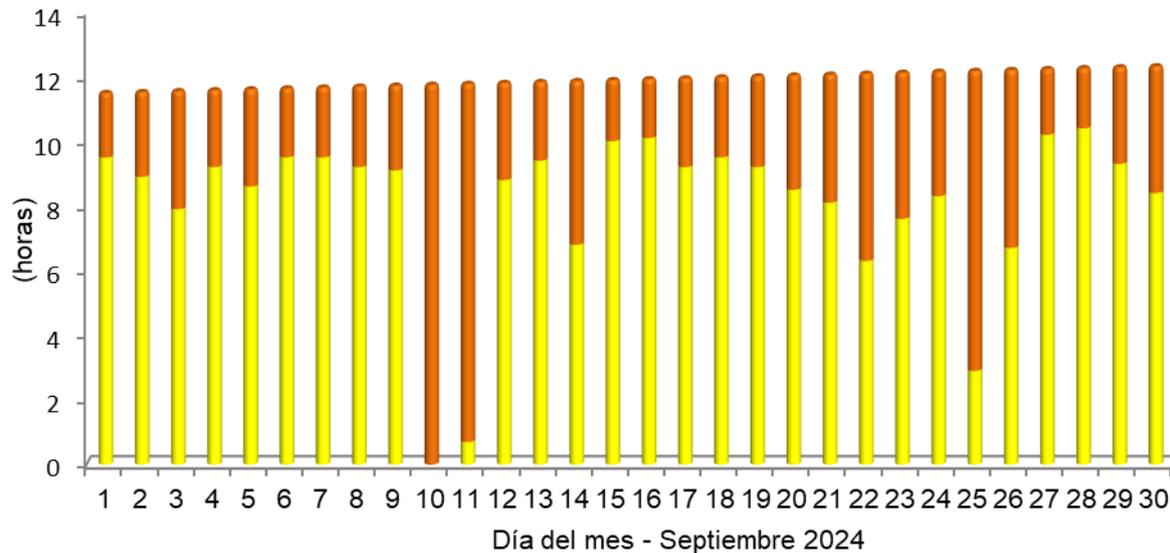


Figura 8. Valores de heliofanía efectiva con relación a la heliofanía teórica astronómica para cada día, expresados en horas y décimos de hora, registrados mediante un heliofanógrafo tipo Campbell-Stokes.

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

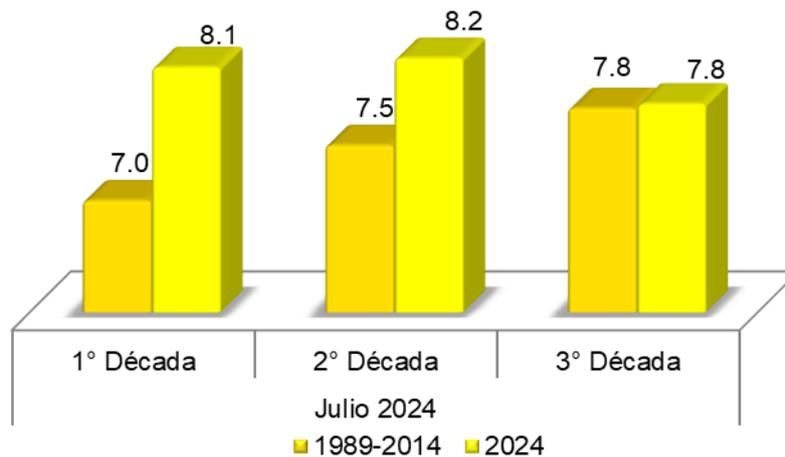


Figura 9. Valores medios de heliofanía efectiva (horas) agrupados por décadas para el mes de septiembre de 2024.

¹⁸ 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.

¹⁹ Serie de referencia para horas promedio mensual de insolación: 1989-2014.

²⁰ Heliofanía relativa: relación entre la heliofanía efectiva con respecto a la heliofanía teórica astronómica.

Viento

Los valores de viento medio diario²¹ se tomaron a partir de un anemómetro cuentavuelvas totalizador, mientras que el valor de viento máximo²² se obtuvo a partir de los datos generados por la estación automática (Figura 10), ambos tomados a una altura de dos metros sobre el nivel del suelo.

El valor mensual medio fue de 8,4km/h²³, siendo el valor medio de la serie de septiembre de 6,3km/h. El valor de viento máximo más alto del mes fue de 56,3km/h, registrado en la siesta del día 18, proviniendo desde la dirección Nornoroeste.

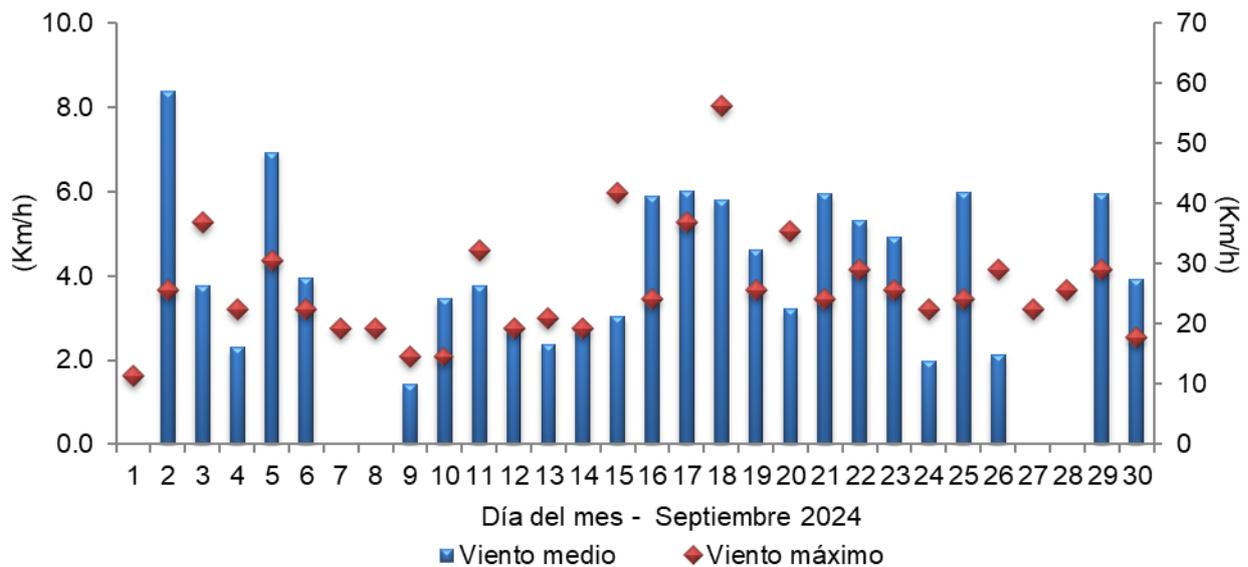


Figura 10. Valores de viento promedio diario a partir de anemómetro y, valor del viento máximo diario registrado por estación meteorológica automática.

En relación con la dirección del viento, se analizaron los datos a partir de la información generada por la estación automática. Se tomó en cuenta la velocidad media (km/h) en períodos de 15 minutos, con su correspondiente dirección prevalente para cada periodo. Se agruparon las direcciones prevalentes provenientes de los 2.880 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 rumbos²⁴ posibles de orientación de la dirección del viento. Se registró un 46% de

²¹ Viento medio diario: cifra correspondiente al valor de viento promedio producto de la diferencia entre los valores observados en el visor del anemómetro cuentavuelvas totalizador entre dos observaciones de días consecutivos, efectuadas a las 09:00h.

²² Viento máximo: valor de velocidad máxima monitorizado por un elemento registrador, expresado en este caso en función del día civil.

²³ Con la faltante de datos de doce días.

²⁴ Direcciones posibles desde donde provienen los vientos: Norte (N), Nornoroeste (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 R²⁵, con el empleo del paquete “Open Air”²⁶ (Figura 11).

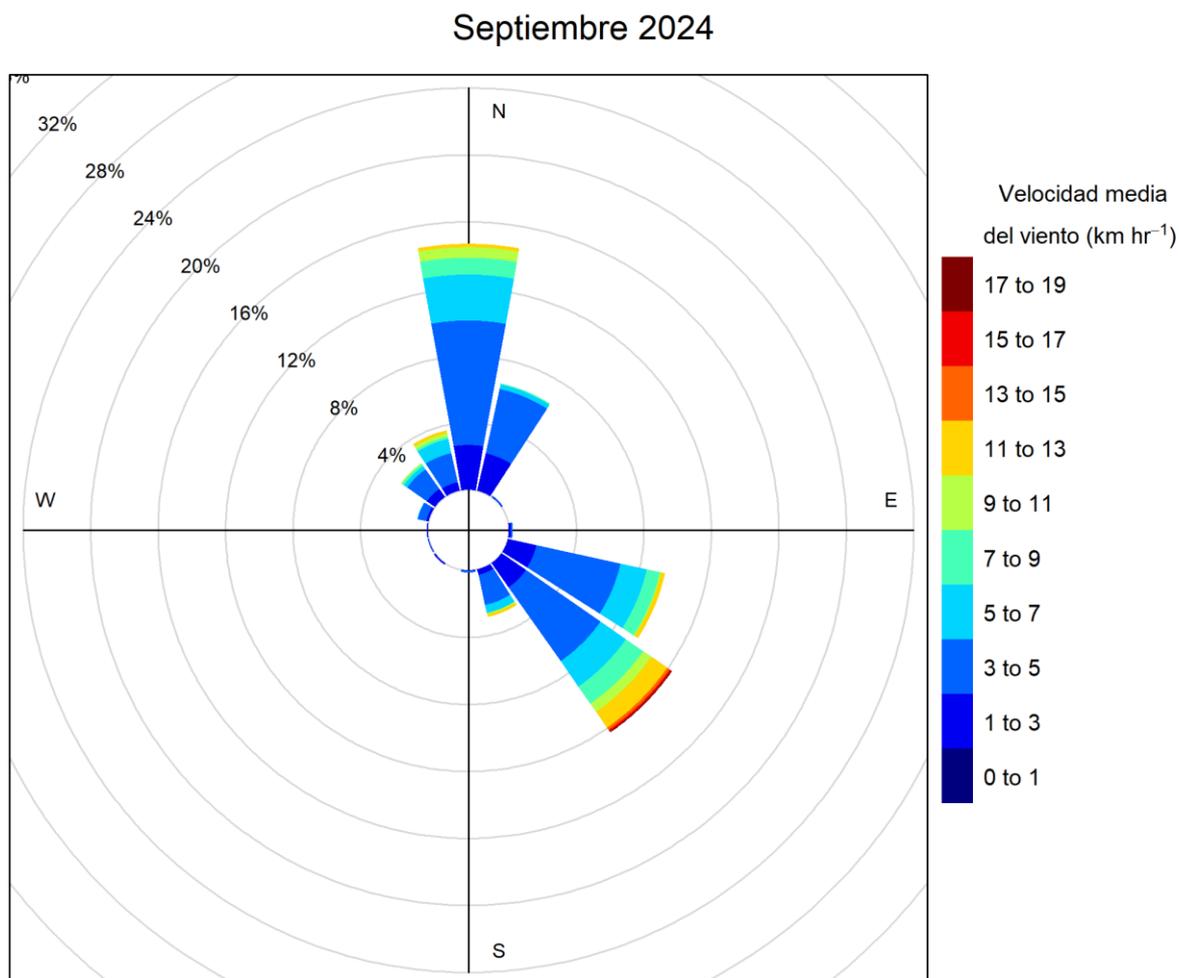


Figura 11. Porcentaje de la dirección del viento prevalente y porcentaje de cada intervalo de velocidad en cada una de las direcciones del viento para el mes de septiembre de 2024.

La dirección prevalente del viento fue desde el sector Norte en 423 períodos, seguido por el sector Sudeste con 355 períodos, el Estesudeste con 275 y, 189 periodos para el Nornoreste. La mayor proporción de velocidades se encontraron en el rango de 3 a 5km/h. El periodo con vientos medios más fuertes fue de 17,7km/h, desde la dirección Sudeste en el mediodía del día 03.

²⁵ 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/>.

²⁶ 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 47%²⁷, menor al valor medio del presente mes. En la Figura 12 se muestran los valores de humedad relativa (HR) expresados como porcentaje. La HR media se tomó como el promedio trihorario de las observaciones diarias²⁸. Los valores extremos diarios fueron tomados del registro de datos de la estación automática.

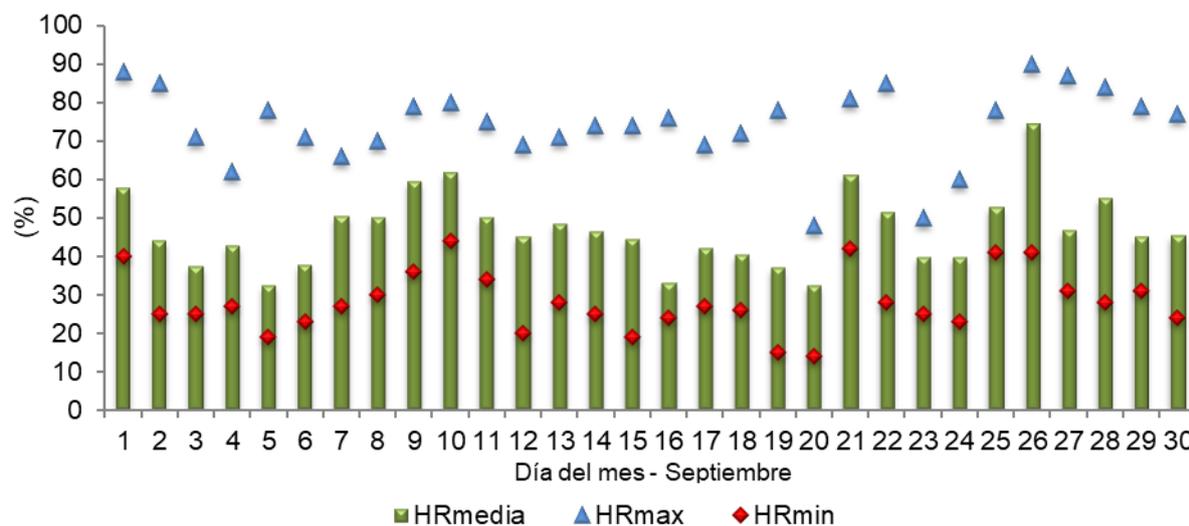


Figura 12. Valores diarios de humedad relativa (%).

El promedio de humedad relativa ambiente máxima diaria es del 74%, mientras que el promedio de valores mínimos diarios es del 28%. El valor medio de humedad relativa fue inferior al valor medio, particularmente en la segunda década (Figura 13).

²⁷ 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 02, 07, 09, 12, 15, 18, 19, 22, 25, 26, 29 y 30).

²⁸ 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).

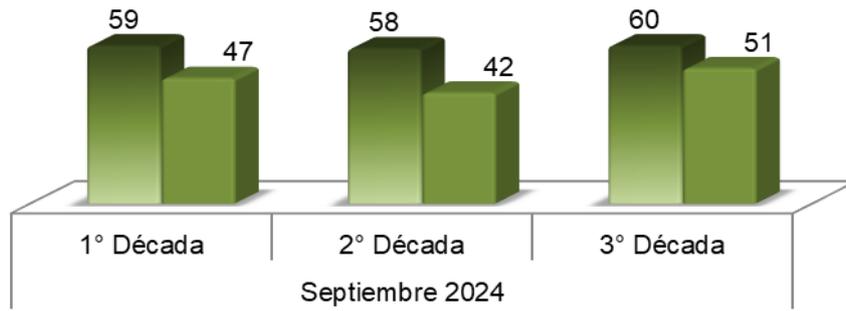


Figura 13. Valores medios de humedad relativa (%) agrupados por décadas para el mes de septiembre. Referencias: colores: degradados (septiembre serie 1989-2014), colores uniformes (septiembre 2024).

En la Figura 14 se muestra la duración en horas expresadas como porcentaje del tiempo diario en que se registraron valores de humedad relativa ambiente dentro de cada clase de clasificación.

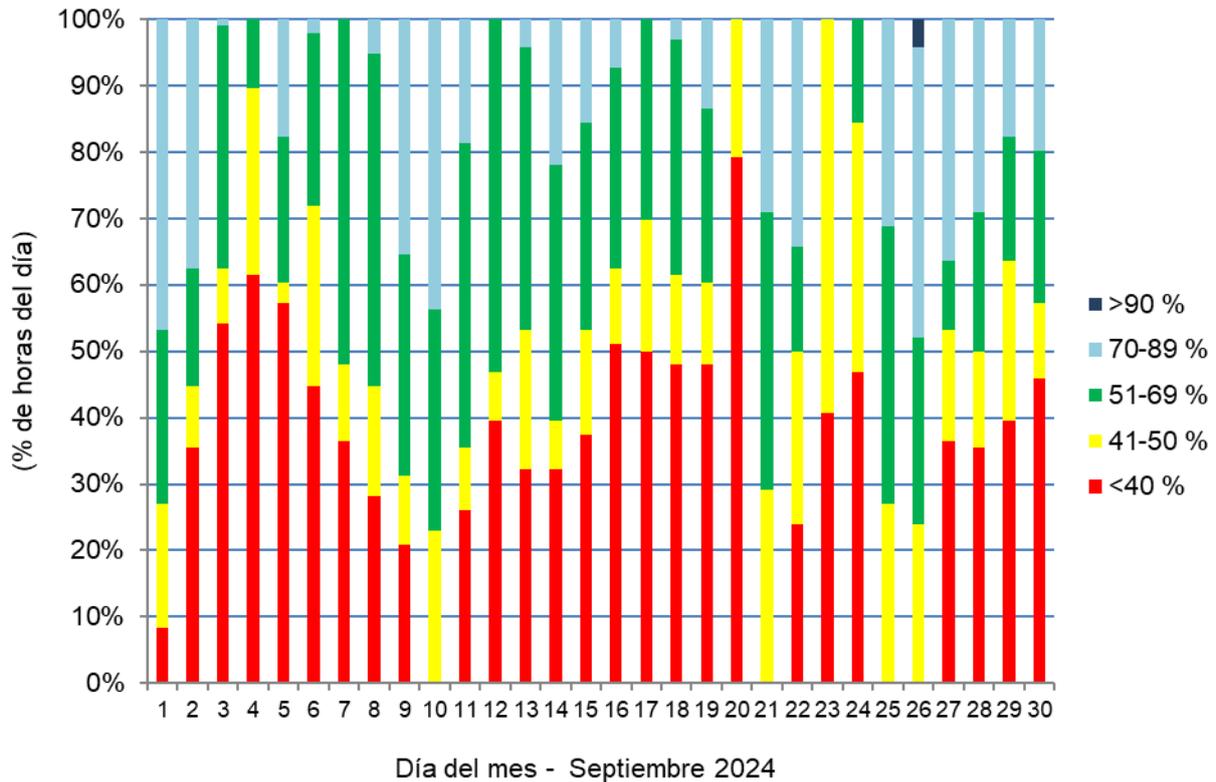


Figura 14. Duración horaria expresada como porcentaje del día para cada intervalo de humedad observado, en base al registro de la estación automática.

Se analizó el porcentaje de horas totales del actual mes que estuvieron dentro de cada intervalo en las que se dividió el registro de humedad (Figura 15).

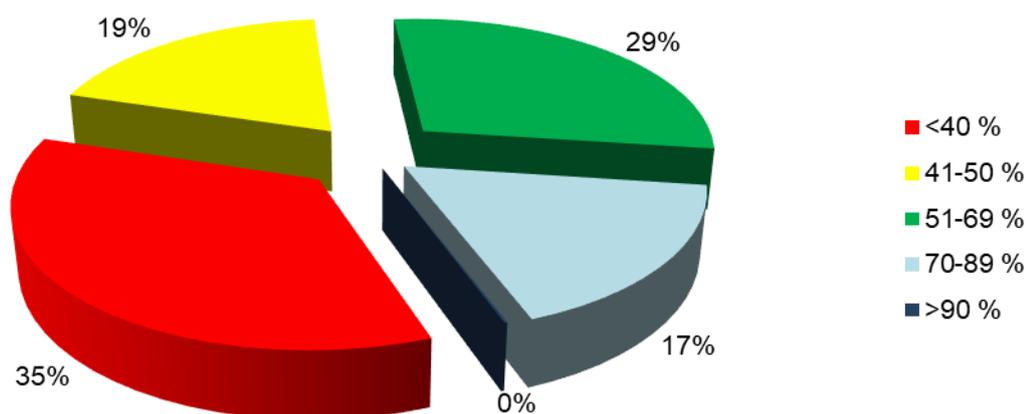


Figura 15. Horas totales mensuales expresadas como porcentaje de los diferentes rangos de humedad.

En el transcurso del mes, se han contabilizado 01 horas con humedad relativa ambiente por encima del 90% (16 horas le correspondían a esta categoría el mes pasado), mientras que fueron 254 horas con humedad relativa por debajo del 40% (155 horas fue el registro del pasado mes de agosto).

En esta época del año donde las precipitaciones son escasas, se propicia la presencia de material vegetal seco (mayormente vegetación de pasturas), que se constituye en un “combustible fino” que es donde generalmente se inician los fuegos²⁹. La humedad relativa del aire es un factor de importancia clave en el comportamiento del fuego, influenciando directamente el contenido de agua del combustible, que a su vez controla el proceso de combustión. Una humedad relativa ambiente igual al 40% es un umbral clave: por debajo de este valor, los combustibles finos queman fácilmente y desde allí el fuego se propaga a otros estratos vegetales³⁰. Valores de temperatura por encima de los promedios como se espera para los próximos meses, con lluvias que se prevén escasas, se deben tener en cuenta como señal de alerta al ser factores que facilitan la formación de focos de incendio.

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

²⁹ Ver nota con respecto al manejo de esta situación: <https://inta.gob.ar/noticias/vuelve-el-fuego-a-ser-noticia>

³⁰ Kunst C. y Rodríguez N. (2003). Comportamiento del fuego: una introducción. En C. Kunst, S. Bravo & J. Panigatti (Eds.), *Fuego en los ecosistemas argentinos* (pp189-198). INTA Santiago del Estero Ediciones.

empleada^{31 32 33 34}. 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 corporal³⁵. 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^{36 37 38}.

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 84³⁹. Los valores del índice mencionados anteriormente se obtienen mediante la fórmula⁴⁰:

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

Aunque el conocimiento del índice por sí solo es beneficioso por permitir determinar el estrés por calor, ajustar este índice por el efecto de la velocidad del viento y la radiación solar incidente resultaría más preciso para evaluar cómo se ve afectado el bienestar animal⁴¹. 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:

³¹ Moran, J. (2005). *Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. Landlinks Press.

³² 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.

³³ 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.

³⁴ 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.

³⁵ 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.

³⁶ 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.

³⁷ 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.

³⁸ 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.

³⁹ 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.

⁴⁰ Referencias: "T" (temperatura en grados centígrados), "HR" (humedad relativa en porcentaje).

⁴¹ 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.

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

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

Los días 08, 09, 17, 18, 19, 21, 22, 28, 29 y 30 presentaron valores por encima del umbral de estrés por calor severo, afectando así el confort del animal. Incluso los días 22 y 30, durante 9:15 horas y 10:45 los valores del índice se encuadraron en la categoría de “severo” en consonancia con los valores de temperatura media elevados durante esa primera década. Un 33% del tiempo se encontraron los valores del índice en la categoría de estrés moderado a severo, durante la tercera década del mes.

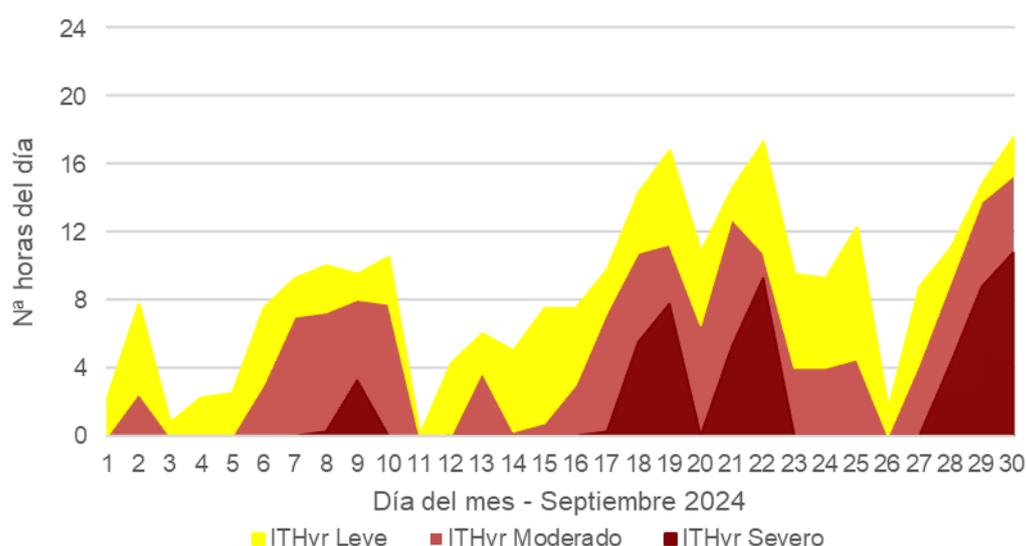


Figura 16. Duración horaria diaria para cada categoría del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de septiembre de 2024.

La asignación de las categorías clasificatorias es relativamente arbitraria ya que el estrés por calor va a depender no solamente de la combinación de los parámetros 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 fisiológico⁴², que hace a la susceptibilidad individual del animal⁴³.

⁴² 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.

⁴³ Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431-s444.

En la Figura 17⁴⁴ 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 septiembre.

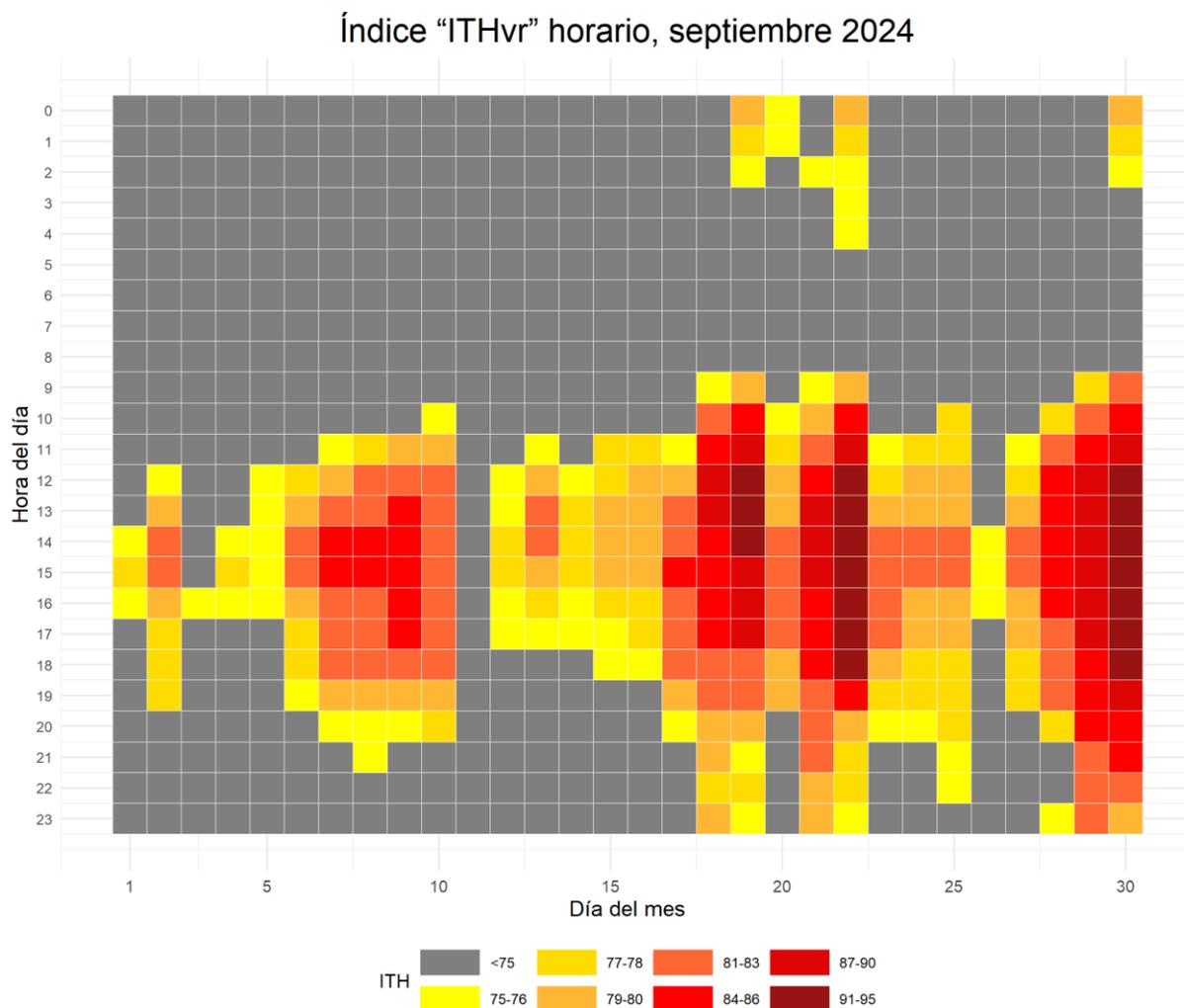


Figura 17. Distribución horaria diaria para cada valor del ITHvr calculado en base al registro de la estación automática para el mes de septiembre de 2024.

Todos los recuadros grises de la Figura 17 indican valores del índice menores a 75, definido con un color totalmente diferente para facilitar la visualización de aquellas horas en el que el índice tomó valores iguales o superiores a 75, siendo el color naranja el valor de 79 a partir del cual se considera estrés moderado. Se calculó un valor máximo de 95 para los días 22 entre las 14:00 y las 15:15 y para el día 30, entre las 15:15h y 15:30h.

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 animal³¹. Acciones tácticas son requeridas ante los primeros signos del estrés por calor para prevenir o minimizar las pérdidas

⁴⁴ Adaptado de: MacKintosh J. 2020. The hourly heatmap with ggplot2. <https://gist.github.com/johnmackintosh/520643a1f82a0c7df00cf949ba98a4e9>

del rendimiento³⁵. 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 productores⁴³. 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 raíces⁴⁵. 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 trihorario⁴⁶ calculado de las observaciones diarias. Además, se agrega la evolución del valor de la temperatura del suelo a 10cm de profundidad promedio de los registros a las 09:00h para cada día del mes a partir del conjunto de datos de la serie 2010-2021 (Figura 18).

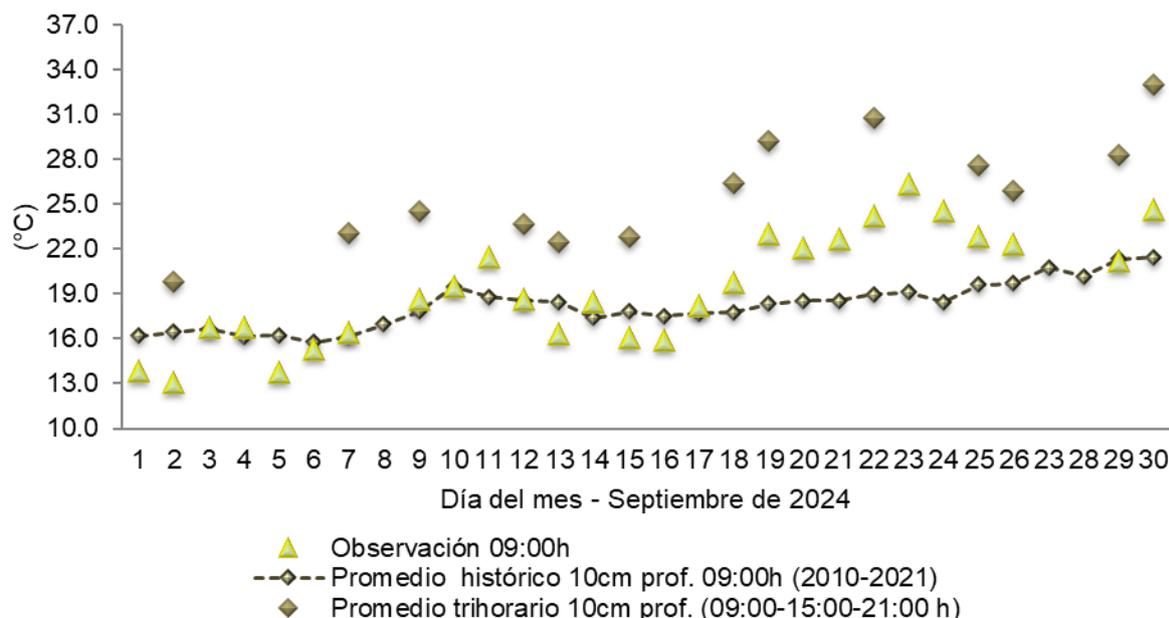


Figura 18. Valor de temperatura de suelo a las 09:00h suelo a 10cm bajo la superficie, valores medios trihorarios de temperatura de suelo a 10cm bajo la superficie. S/D: sin dato.

⁴⁵ 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.

⁴⁶ Promedio trihorario: para estaciones del tipo climáticas se tiene en cuenta los valores de los parámetros registrados a las 09:00, 15:00 y 21:00 horas, de acuerdo con la Hora Oficial Argentina (UTC/GMT -03:00).

Evapotranspiración

Evapotranspiración potencial es un parámetro climático que expresa el poder de evaporación de la atmósfera. Los principales parámetros meteorológicos que afectan a la evapotranspiración son la radiación, la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del viento. Se han desarrollado varios procedimientos para evaluar la tasa de evaporación a partir de estos parámetros, expresándose mediante la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET₀)⁴⁷.

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 118,7mm en este mes (Figura 19).

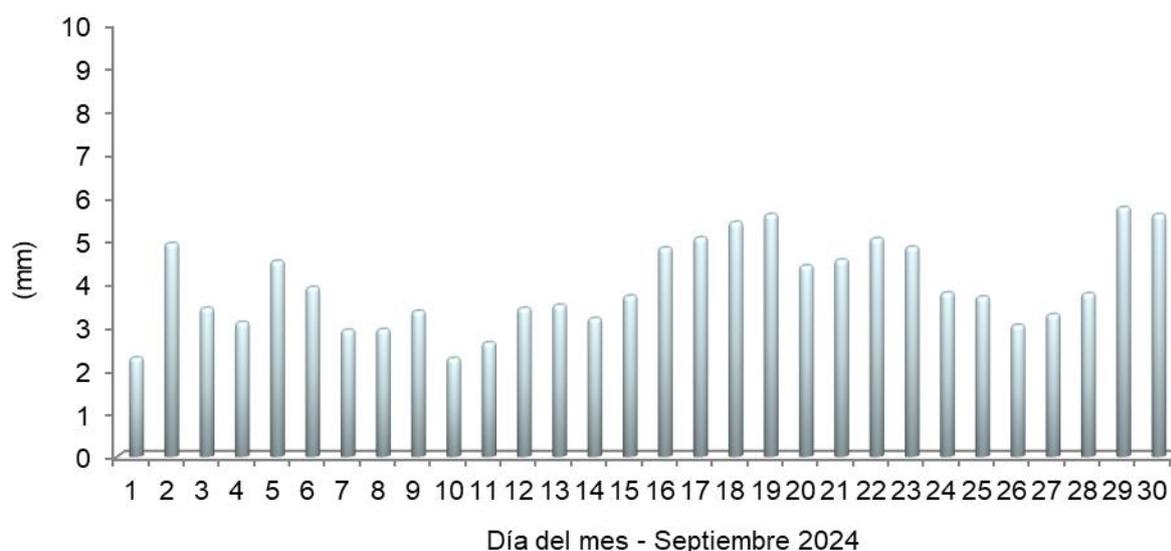


Figura 19. Valores diarios de evapotranspiración. Método Fao-Penman Monteith

Agradecemos la colaboración de los Srs. Herrera O. W., Oliva J. N. 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.

⁴⁷ Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56*. Fao, Rome, 300(9), D05109.

Mapas provinciales

En primera instancia se muestran los mapas provinciales en los que se reflejan el comportamiento de la distribución de la precipitación acumulada mensual (Figura 20), así como también un mapa mostrando la anomalía porcentual de la precipitación (Figura 21). El mismo análisis se realizó para el período correspondiente a los tres últimos meses en conjunto (Figura 22 y Figura 23).

Todos fueron generados mediante software QGIS®⁴⁸ de código abierto y gratuito, empleando el método de interpolación Distancia Inversa Ponderada (IDW por sus siglas en inglés).

La información corresponde a la combinación de datos obtenidos de estaciones meteorológicas convencionales pertenecientes a:

- ❖ I.N.T.A.: Campo Anexo Ing. Agr. Francisco. Cantos (ex La María).
- ❖ Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.): Aeródromos de Santiago del Estero, Termas de Río Hondo, Ceres y estación de Villa de María del Río Seco.

Se agregan además puntos pluviométricos convencionales pertenecientes a productores colaboradores (Reineri: Vta. de la Barranca, Udema: Bandera y Bandera RP42).

Se emplean también estaciones automáticas Davis® y Nimbus THP pertenecientes a la red I.N.T.A. de las Estaciones Experimentales Agropecuarias de Santiago del Estero, Quimilí, Las Breñas y Sáenz Peña. Además de puntos pluviométricos (Tomas Young y RN98 Puente, Puig M.; Tomas Young RP13, Puig V.; Averías RP21, Guzmán H.; Bandera RP13, Ledesma L.; Gdía. Escolta, Pistarelli J. P.; Añatuya, Salas D.) cuyos datos son recolectados por el Ing. Puig⁴⁹ de la A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimilí). Además, se suman los datos obtenidos por la sección de Agrometeorología perteneciente a la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (E.E.A.O.C.) de la provincia de Tucumán (El Charco, Monte Redondo, Rapelli, Javicho, Viclos, Taco Ralo, Isca Yacu, Pozo Hondo, El Bobadal, Los Pereyra y Nueva Esperanza), los datos de la red meteorológica provincial del Ministerio de Producción de Chaco (General Pinedo, Taco Pozo, Gancedo, El Palmar y Est. El Chalet) y los de la red de estaciones meteorológicas del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba (San Francisco del Chañar y La Rinconada), estas dos últimas a través de estaciones automáticas Omixom®. Se sumaron en el último tiempo estaciones Pegasus®, adquiridas mediante proyecto FONTAGRO, en los puntos de Nueva Francia y Colonia El Simbolar.

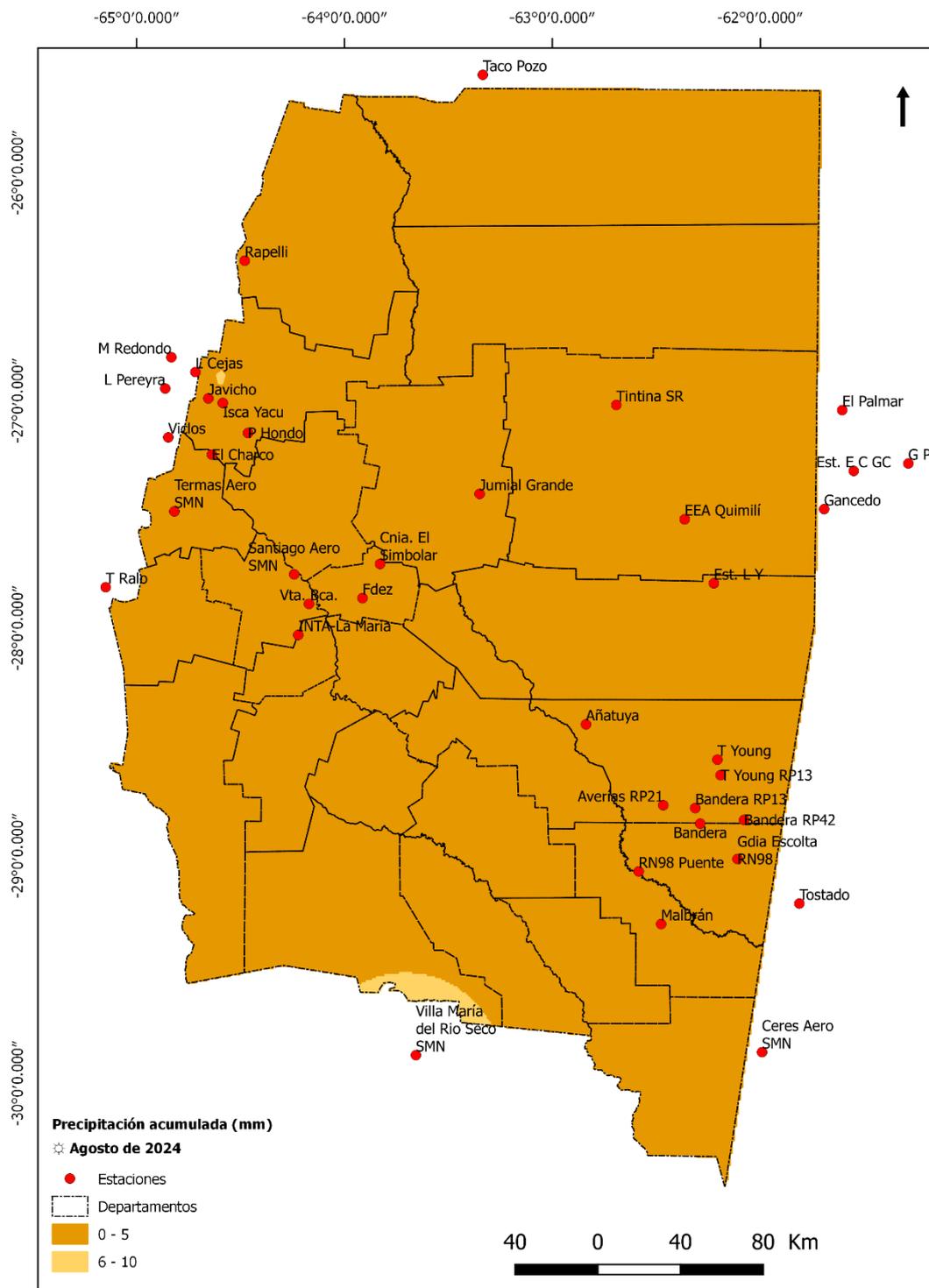
⁴⁸ QGIS Development Team (2014). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

⁴⁹ Conforman la red las seis agencias de extensión de la EEA Quimilí, productores, empresas, instituciones y organizaciones de las diferentes zonas, aportando en forma remota los registros de cada evento para la carga de una base datos para su posterior análisis, y construcción de mapas para la interpretación de distribución y de anomalías pluviométricas. Ver más en: <https://inta.gov.ar/noticias/inta-quimili-puso-a-funcionar-su-red-pluviometrica-del-este-santiagueno>

En base a los datos de las estaciones o puntos pluviométricos confiables a los que se accedió, las precipitaciones variaron desde puntos en que no se han registrado precipitaciones hasta doce sitios en que sí hubo registros con valores mayores a 10mm. El palomar, con 19mm es el punto de mayor registro dentro del territorio provincial (Figura 20).

Si lo analizamos como anomalía porcentual (Figura 21), durante el mes de septiembre, los déficits se encontraron por debajo del promedio en toda la provincia con valores de anomalías de hasta el 100% en el sudeste reduciéndose a valores del 50% en el borde noreste y de solo un 25% en parte del noroeste.

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



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimilí); Servicio Meteorológico Nacional; Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, provincia de Tucumán; Ministerio de Producción, provincia de Chaco; Ministerio de Agricultura y Ganadería, provincia de Córdoba; productores colaboradores. Sistematización de datos y mapeo: Nelson J. Dominguez. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero – INTA. Método de interpolación: IDW. SRC:WGS84.

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

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina

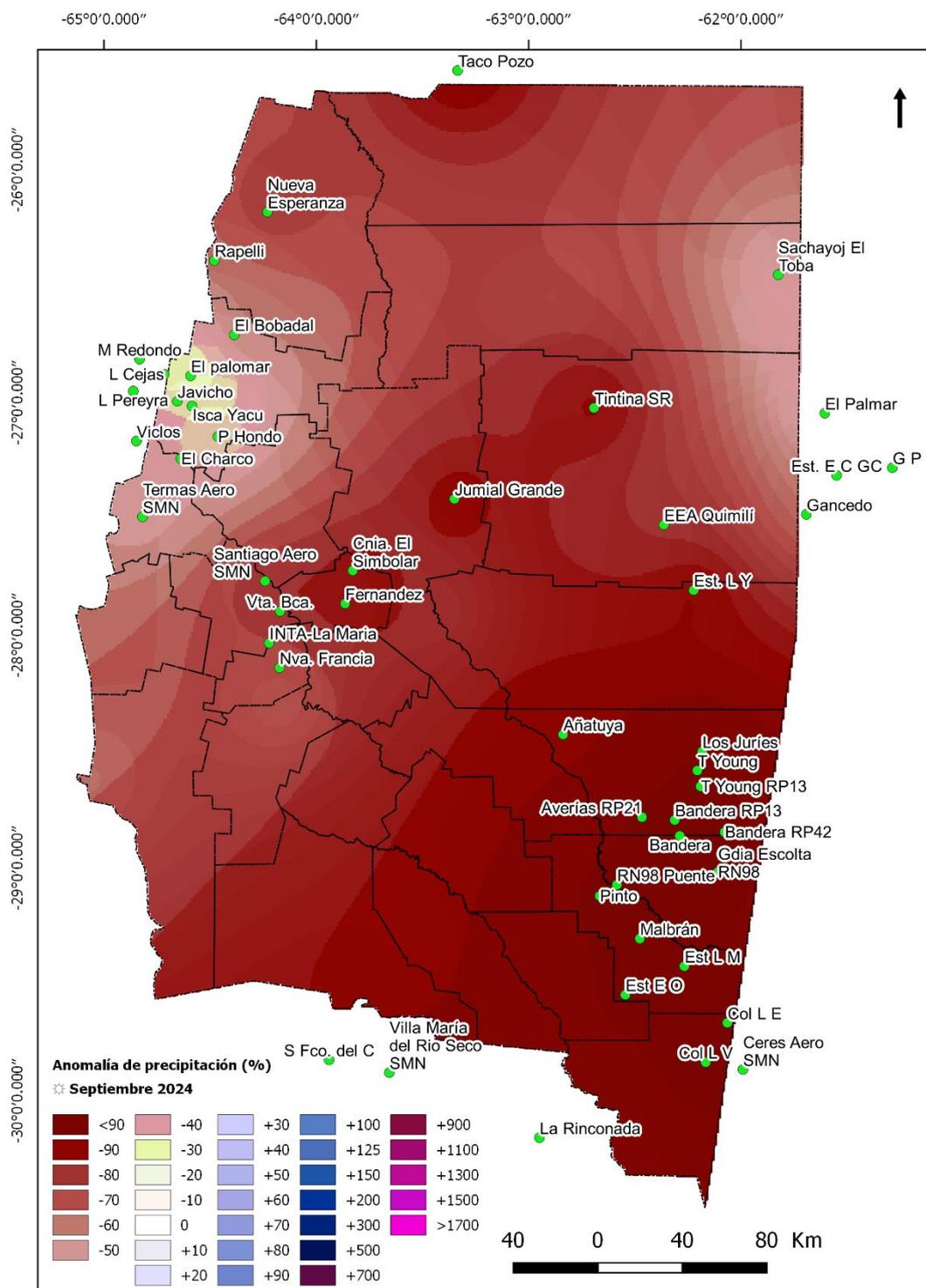


Ministerio de Economía República Argentina



Secretaría de Bioeconomía

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



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; A.E.R. Bandera (E.E.A. Quimilí); Servicio Meteorológico Nacional; Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, provincia de Tucumán; Ministerio de Producción, provincia de Chaco; Ministerio de Agricultura y Ganadería, provincia de Córdoba; productores colaboradores. Sistematización de datos y mapeo: Nelson J. Domínguez. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero - INTA. Método de interpolación: IDW. SRC: WGS84

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

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina



Ministerio de Economía República Argentina



Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca

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

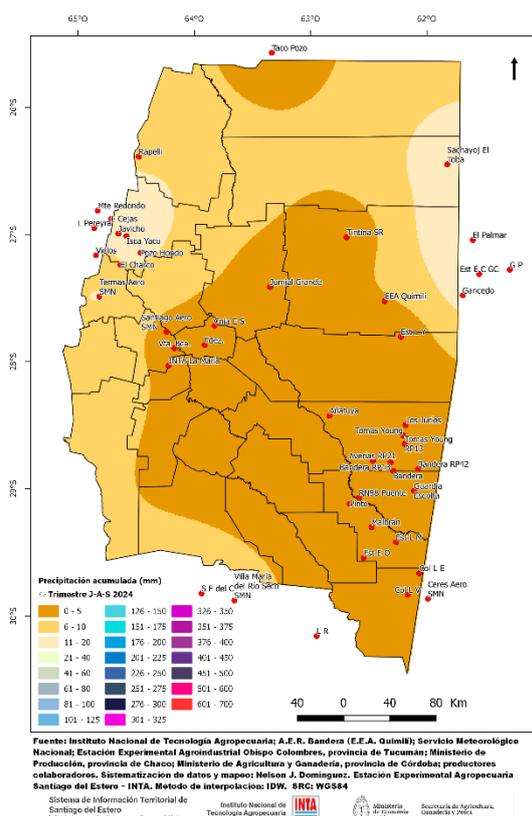


Figura 22. Precipitación acumulada (mm) entre julio y septiembre de 2024.

Las lluvias acumuladas durante el trimestre julio-agosto-septiembre de 2024 (Figura 22) variaron desde 0mm en varias estaciones hasta los 17mm en Las Cejas. En INTA-La María se acumularon 6,0mm y en Vta. de la Barranca, 5,0mm. Hacia el sudeste sólo Bandera y Malbrán acumularon 2mm. En el noreste, “Sachayoj El Toba” sumó 14,8mm. En el oeste, Termas Aero SMN superó los 10mm. No obstante, esto solo tiene en cuenta la interpolación a partir pocos puntos, es necesario contar con una mejor densidad de registros confiables que presenten continuidad en el tiempo para lograr una mayor representatividad de lo acontecido.

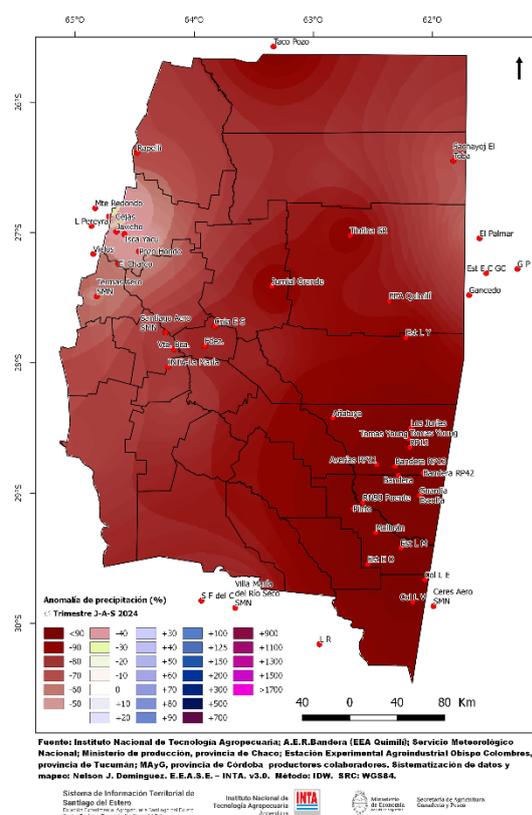


Figura 23. Anomalía de precipitación (%) entre julio y septiembre de 2024.

Si analizamos el valor acumulado trimestral con relación al valor promedio histórico para igual periodo de tiempo, podemos apreciar que se presentaron anomalías negativas con valores un 30% por debajo en el noreste y del 90% o más en el resto del territorio. Las restantes áreas en que no se cuentan con fuente de datos en esas franjas, la confiabilidad de la representación es baja (Figura 23).

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), producto⁵⁰ obtenido a partir del procesamiento de los datos recibidos por el sensor MODIS a bordo del satélite de órbita polar TERRA.

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

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

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

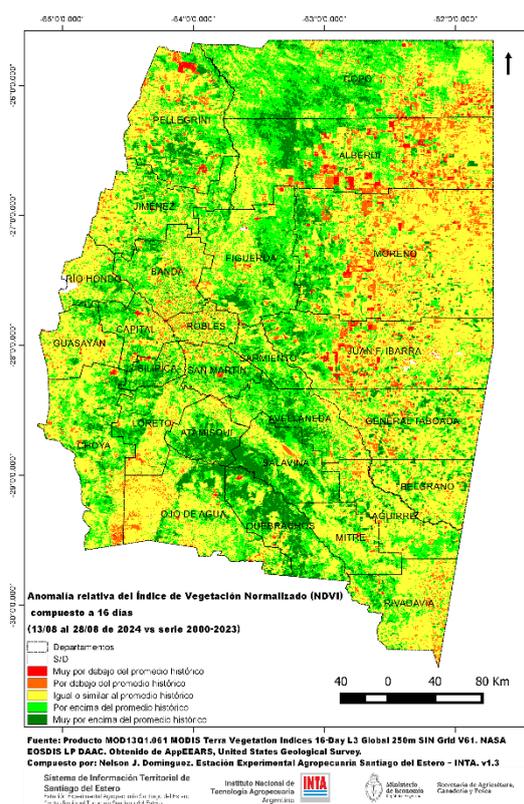


Figura 24. Anomalía relativa del NDVI del 13 al 28 de agosto de 2024.

En la Figura 24 se aprecia un incremento importante de las áreas con valores “por encima del promedio histórico” excepto en el centro este del territorio.

Si se toma en cuenta la totalidad de los píxeles con datos de la provincia, en este periodo el 53,6% corresponden a la categoría estilizada con amarillo (el 70,7 del área provincial era el ocupado por esta categoría en el período anterior), el 28,0% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) (16,9% en el período anterior) y el 10,8% (03,5% en el período anterior) a la categoría de “muy por encima del promedio histórico” (verde oscuro). La cantidad de píxeles que representan áreas con sus anomalías relativas del NDVI por debajo del promedio histórico, alcanzan el 7,7% (8,9% de los píxeles se encontraban en esta categoría en el periodo anterior) del territorio provincial (06,4% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 01,3% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

⁵⁰ 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 2024-10-09.

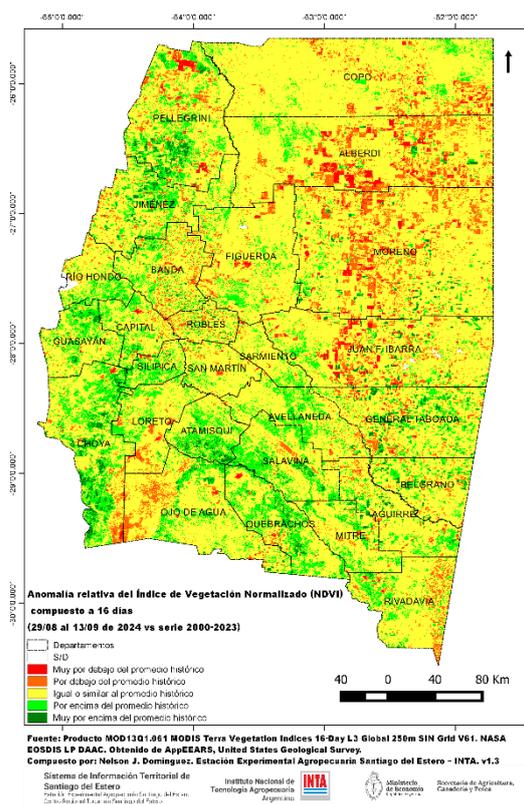


Figura 25. Anomalía relativa del NDVI del 29 de agosto al 13 de septiembre de 2024.

En la Figura 25 se aprecia una disminución de las áreas con valores “por encima del promedio histórico” hacia valores promedio, incrementándose las áreas con valores por debajo del promedio en el este.

Si se toma en cuenta la totalidad de los píxeles con datos de la provincia, en este periodo el 72,7% corresponden a la categoría estilizada con amarillo, el 14,4% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) y el 2,5% 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 10,4% del territorio provincial (08,5% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 01,8% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

En la Figura 26 se aprecia aún más la reducción de áreas con valores por encima del promedio y un incremento de aquellas con valores por debajo del promedio en el oeste de la provincia.

En este período, el 73,2% corresponde a la categoría de “igual o similar al promedio histórico” (amarillo), el 12,8% a la categoría de “por encima del promedio histórico” (verde claro) y, el 02,0 %, 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 12,0% del territorio provincial del que se cuenta con datos (10,4% corresponden a la categoría “por debajo del promedio histórico” y un 01,6% a la categoría “muy por debajo del promedio histórico”).

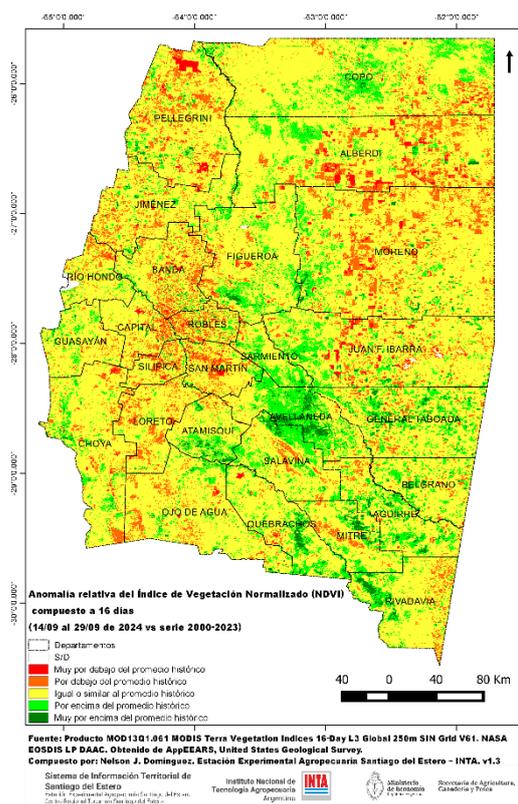


Figura 26. Anomalía relativa del NDVI del 14 al 29 de septiembre de 2024.

Focos de Calor

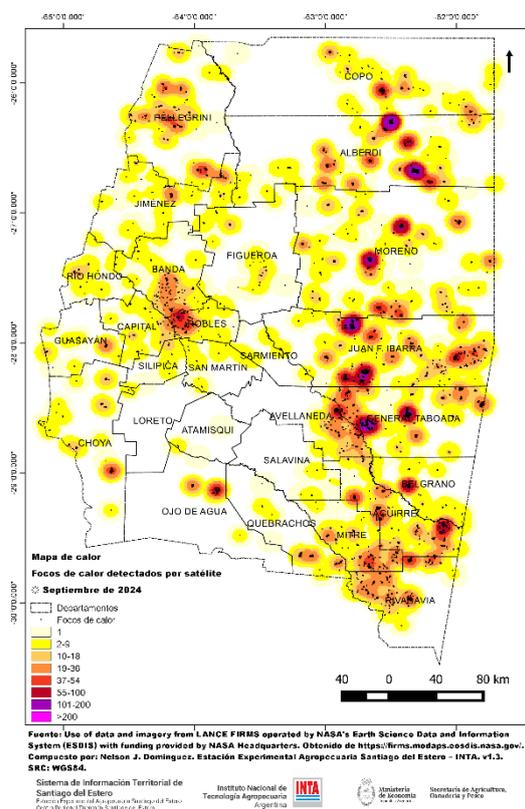


Figura 27. Focos de calor detectados por sensores satelitales y densidad de estos durante el mes de septiembre de 2024.

Los focos de calor son anomalías de temperatura que podrían indicar un incendio o cualquier fuente significativa de calor. En el mapa provincial se muestran los focos de calor detectados por satélite durante el mes de septiembre. Para ello se emplea el producto “Detección de Fuegos Activos”⁵¹ obtenido de la información recogida por sensores VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) a bordo de los satélites de órbita polar Suomi-NPP y NOAA-20. En comparación con otros productos de detección de incendios satelitales de resolución más gruesa (≥ 1 km), los datos mejorados de 375m proporcionan una mayor respuesta sobre incendios de áreas relativamente pequeñas, así como un mapeo mejorado de grandes perímetros de incendios. Se excluyen de esta visualización los focos de calor con confianza baja.

Los focos detectados fueron de una cantidad similar a la del mes pasado, pero estuvieron un poco más dispersos en el territorio. Las mayores concentraciones se presentaron en el este provincial y, en el oeste, en los departamentos Banda, Robles y Pellegrini (Figura 27).

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

⁵¹ 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/>