

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

JUNIO 2026

Volumen VI
C.D.U.: 631:551.5 (82)(055)

Editores:

Elida Carolina González Morinigo
Lorena Judith Ferreira

Redactores:

Elida Carolina González Morinigo
Natalia Soledad Bonel
María Eugenia Bontempi

Colaboradores:

Silvana Carina Bolzi

*Dirección Servicios Sectoriales
Servicio Meteorológico Nacional*

 <https://www.smn.gob.ar/>
Servicios | Sector Agropecuario

 +54 11 5167 6767 | interno 18901

 agro@smn.gov.ar

 Servicio Meteorológico Nacional
Dorrego 4019 (C1425GBE), Ciudad
Autónoma de Buenos Aires.
Argentina

 SMN.ar

 smn_argentina

 smn_argentina

 smnPRENSA

ÍNDICE

Generalidades

- 1.1 Aspectos agronómicos y agrometeorológicos generales del mes 1
- 1.2 Principales características por regiones 4

Temperatura

- 2.1 Temperatura media 1ra década 5
- 2.2 Temperatura media 2da década 6
- 2.3 Temperatura media 3da década 7
- 2.4 Heladas 9
- 2.5 Grados día 10
- 2.6 Mapas de temperatura 11
- 2.7 Mapas de temperatura superficial de la tierra 11

Precipitación

- 3.1 Precipitación acumulada 1ra década 13
- 3.2 Precipitación acumulada 2da década 15
- 3.3 Precipitación acumulada 3ra década 16
- 3.4 Mapas de precipitación 18

Índices satelitales

- 4.1 Índice normalizado de vegetación 19
- 4.2 Anomalía del índice normalizado de vegetación 20
- 4.3 Humedad del suelo 21

Pronóstico de rendimiento - ProRindes

- 5.1 Pronóstico de rendimientos para trigo y cebada (fecha de inicio: 28/06/2026) 22

- Definición y abreviaturas de parámetros empleados 23
- Anexo: informe técnico sobre ProRindes 25

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE JUNIO 2026.

La campaña de cebada evoluciona con una adecuada disponibilidad de humedad y una correcta implantación en la mayor parte de las regiones productoras.

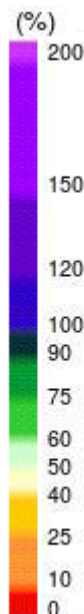
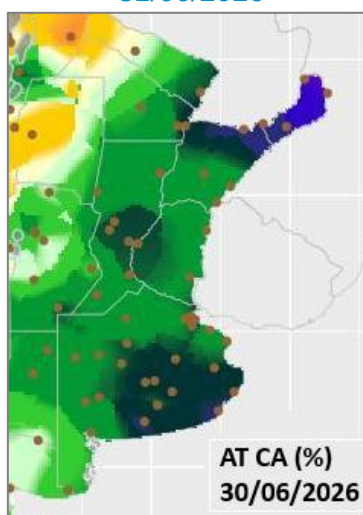
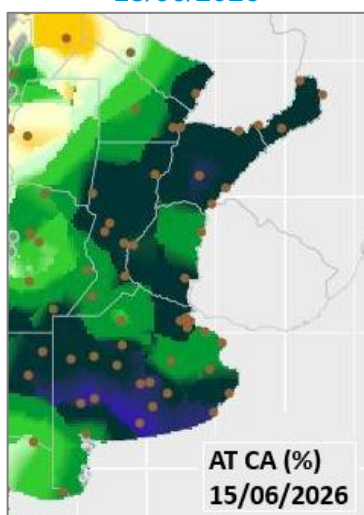
Avanza la siembra de trigo en Buenos Aires, con excesos hídricos en algunos sectores. En Entre Ríos los lotes más adelantados se encuentran en fase de macollaje. En La Pampa las labores de siembra se desarrollan con normalidad, manteniéndose perspectivas favorables para la implantación y el desarrollo inicial del cultivo.

La recolección de maíz en Buenos Aires, La Pampa y en Córdoba está detenida debido a la elevada humedad ambiental, manteniendo una elevada humedad en el grano. En Santa Fe también está demorada el avance de la cosecha, debido a la inaccesibilidad a los campos, excesos hídricos y elevada humedad en grano.

Porcentaje de agua total en la capa arable (primeros 10 cm)

15/06/2026

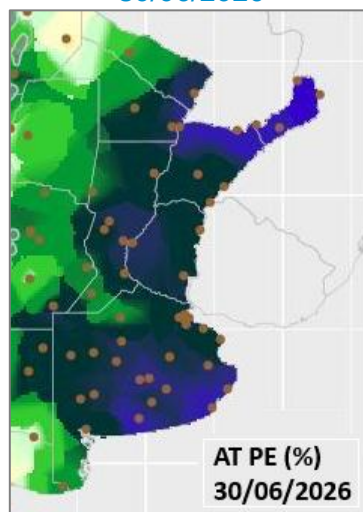
31/06/2026



Porcentaje de agua total en el perfil del suelo (profundidad 1 m)

15/06/2026

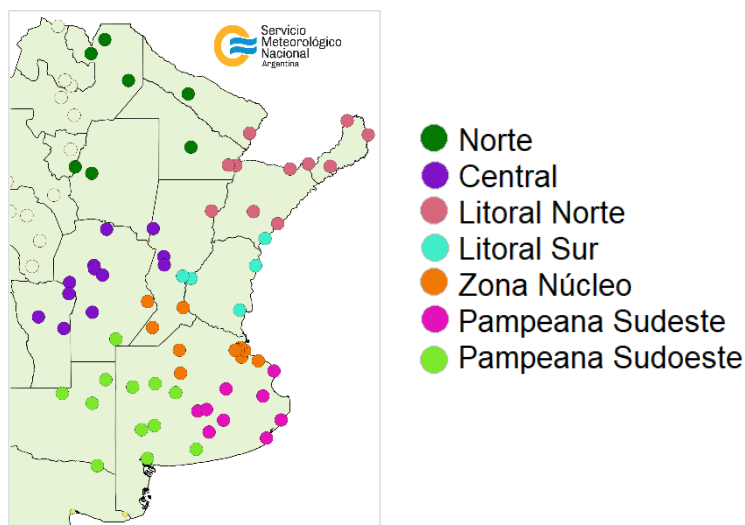
30/06/2026



Más información en: https://www.smn.gob.ar/monitoreo_estados

► Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua | Suelos

A continuación se presenta la evolución del almacenaje (BHOA) en el último año frente al periodo 1981-2025. Cada gráfico representa una zona del país, y los datos fueron obtenidos promediando los valores de las estaciones disponibles en la zona, según puede verse en el mapa:

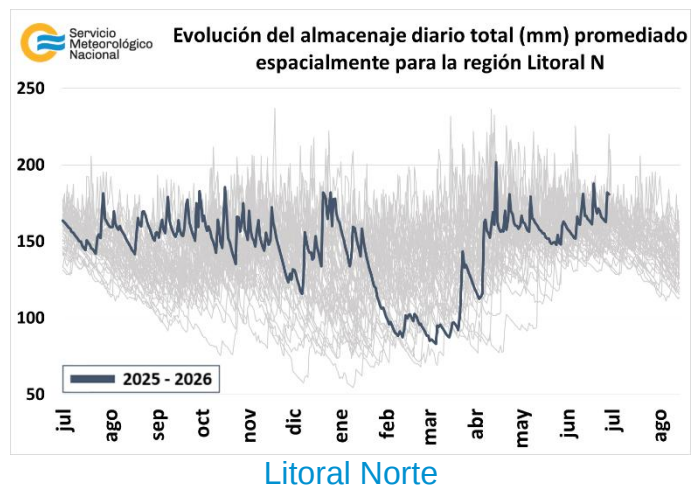
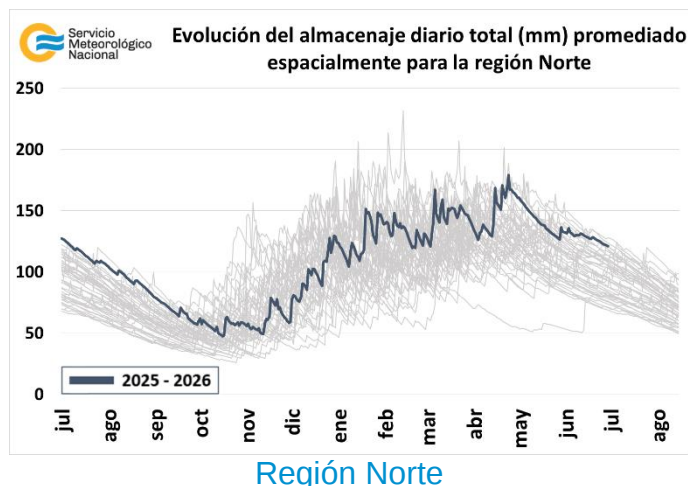


En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución de los años anteriores.

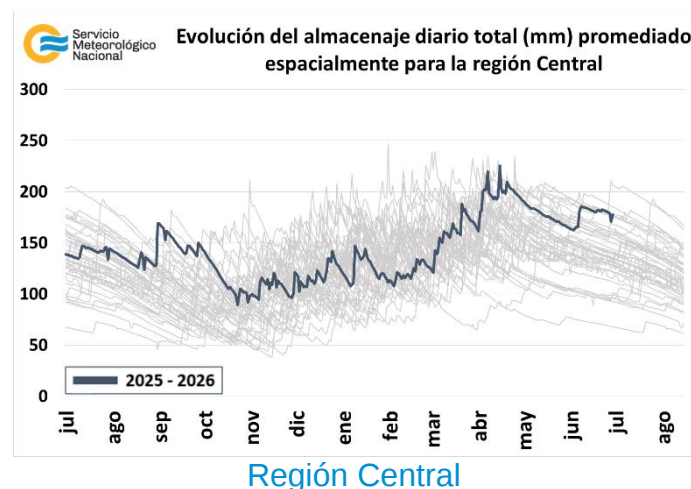
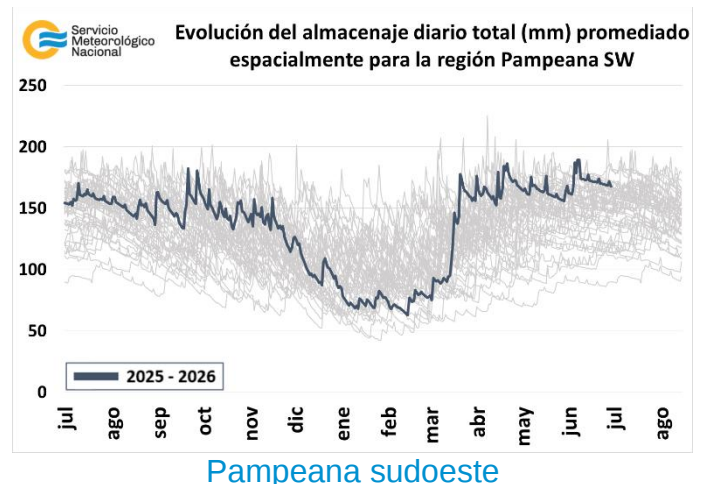
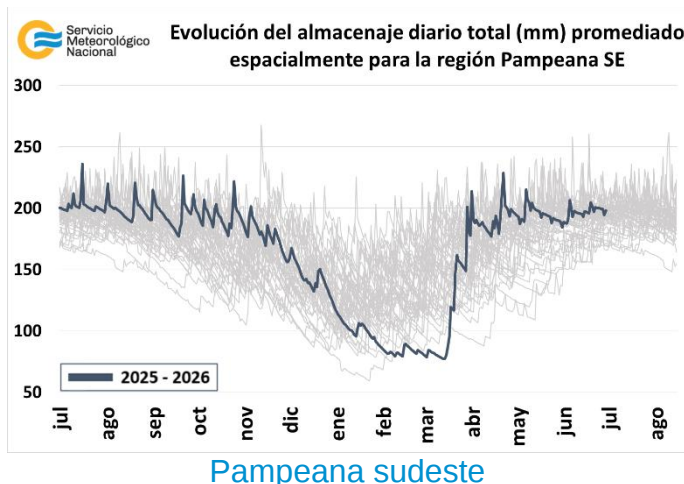
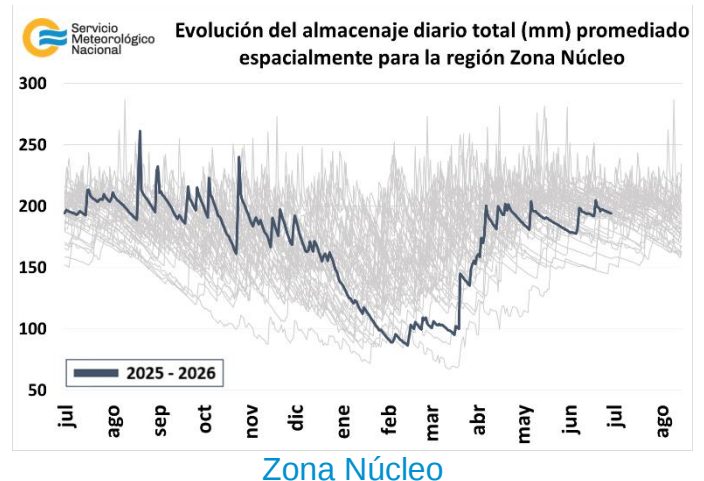
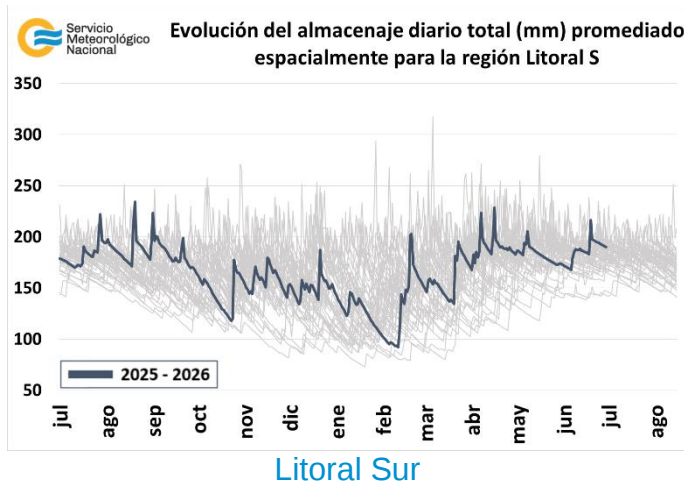
En la región Norte predominaron precipitaciones normales para la época y el contenido de humedad en el suelo presenta una leve tendencia negativa, sin embargo se encuentra entre los valores más altos de los últimos 45 años.

En Litoral Norte prevalecieron las precipitaciones fueron abundantes y se observa una tendencia positiva en el almacenaje de agua en el suelo, que además se encuentra entre los valores más altos desde 1981. En el sur del Litoral ocurrieron lluvias en la primera y segunda década, produciendo un aumento en el contenido de agua del suelo, al finalizar el mes no hubo lluvias y los suelos perdieron humedad.

En la zona Núcleo las precipitaciones ocurridas en la primera década produjeron un aumento en el contenido de agua en el suelo. El mes finalizó con condiciones hídricas buenas a óptimas.



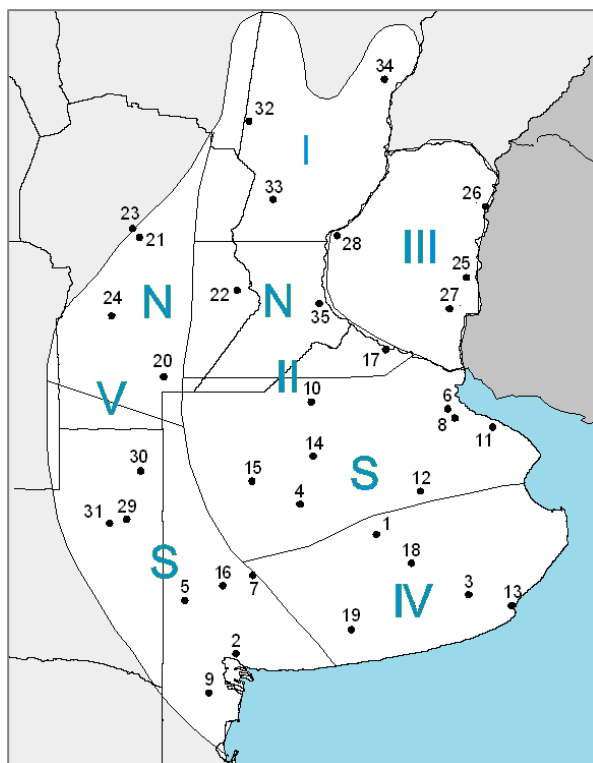
En el sudeste de la región Pampeana las lluvias fueron decreciendo con las décadas y el almacenaje de agua en el suelo no presenta grandes variaciones. Las condiciones hídricas fueron de excesos a óptimas. En el sudoeste, las precipitaciones más abundantes se registraron en la primera década provocando un aumento en la humedad edáfica. El contenido de agua en el suelo se encuentra entre los valores más altos desde 1981. En la región central ocurrieron las precipitaciones ocurridas en la primera década produjeron un aumento en el contenido de agua en el suelo, encontrándose entre los valores más altos desde 1981.



1.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS POR REGIONES.

En esta sección se presentan las características agronómicas y agrometeorológicas más significativas del mes teniendo en cuenta las regiones trigueras que se muestran en la siguiente figura.

Estaciones	Latitud S	Longitud O
1) Azul (1)	36°45'	59°50'
2) Bahía Blanca (1)	38°44'	62°10'
3) Balcarce (2)	37°45'	58°18'
4) Bolívar (1)	36°15'	61°02'
5) Bordenave (2)	37°51'	63°01'
6) Castelar (2)	34°40'	58°39'
7) Coronel Suarez (1)	37°26'	61°53'
8) Ezeiza (1)	34°49'	58°32'
9) Hilario Ascasubi (2)	39°23'	62°37'
10) Junín (1)	34°33'	60°55'
11) La Plata (1)	34°58'	57°54'
12) Las Flores (1)	36°04'	59°06'
13) Mar del Plata (1)	37°56'	57°35'
14) Nueve de Julio (1)	35°27'	60°53'
15) Pehuajó (1)	35°52'	61°54'
16) Pigüé (1)	37°36'	62°23'
17) San Pedro (2)	33°41'	59°41'
18) Tandil (1)	37°14'	59°15'
19) Tres Arroyos (1)	38°20'	60°15'
20) Laboulaye (1)	34°08'	63°22'
21) Manfredi (2)	31°49'	63°46'
22) Marcos Juárez (1)	32°42'	62°09'
23) Pilar (1)	31°40'	63°53'
24) Río Cuarto (1)	33°07'	64°14'
25) Concepción del Uruguay (2)	32°29'	58°20'
26) Concordia (1)	31°18'	58°01'
27) Gualleguaychú (1)	33°00'	58°37'
28) Paraná (1)	31°47'	60°29'
29) Anguil (2)	36°30'	63°59'
30) General Pico (1)	35°42'	63°45'
31) Santa Rosa (1)	36°34'	64°16'
32) Ceres (1)	29°53'	61°57'
33) Rafaela (2)	31°11'	61°11'
34) Reconquista (1)	29°11'	59°42'
35) Rosario (1)	32°55'	60°47'



(1) Estaciones Meteorológicas del SMN
(2) Estaciones Meteorológicas del INTA

REGIÓN I: la siembra de trigo se encuentra prácticamente detenida por las precipitaciones y la falta de piso.

REGIÓN II NORTE: avanza la siembra de trigo, en buen estado vegetativo, los lotes emergidos muestran excelente densidad y desarrollo inicial homogéneo. Algunos sectores se encuentran complicados por los excesos hídricos.

REGIÓN II SUR: si bien las lluvias y los excesos hídricos ocasionaron algunas demoras en la siembra de cebada, la labor progresa y los lotes emergidos presentan un muy buen estado general.

El avance de la siembra de trigo es sostenido y se destacan las buenas condiciones de implantación, mientras que en algunos sectores persisten demoras puntuales asociadas a excesos hídricos y napas cercanas a la superficie.

REGIÓN III: la siembra de trigo alcanza entre el 70% y el 80% de la superficie prevista. Si bien las lluvias recientes generaron interrupciones temporarias en las labores, el cultivo presenta muy buena condición sanitaria, nacimientos uniformes y un adecuado desarrollo inicial. Los lotes más avanzados transitan etapas de macollaje y continúan las tareas de refertilización, aunque en algunos sectores puntuales se reportan excesos hídricos que podrían requerir resiembras.

REGIÓN IV: la siembra de cebada avanza a buen ritmo, en algunos sectores se proyecta una leve reducción del área sembrada debido al incremento de los costos de fertilización. La siembra de trigo avanza con cierta lentitud debido a dificultades para el ingreso de maquinaria a los lotes.

REGIÓN V NORTE: la cebada forrajera muestra una evolución favorable, con buen crecimiento y desarrollo. La siembra de trigo se encuentra en sus etapas finales, favorecida por las buenas condiciones de humedad y las recientes precipitaciones. Los lotes más avanzados están emergidos y otros comenzando la fase de macollaje. Los rendimientos en maíz se encuentran entre 60 y 120 qq/ha.

REGIÓN V SUR: la implantación de la cebada continúa bajo excelentes condiciones agronómicas y de humedad. Las labores de siembra de trigo se normalizaron tras las lluvias recientes, aunque persiste cautela entre los productores por los elevados costos de producción y la necesidad de optimizar el uso de insumos. Los rendimientos obtenidos en maíz se sitúan entre los 30 y 70 qq/ha.

2. INFORME DE TEMPERATURA

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de temperatura de las distintas décadas del mes de junio de 2026.

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas presentaron anomalías negativas respecto al promedio 1991-2020 en Cuyo, NOA, Córdoba, La Pampa y Buenos Aires, en el resto del territorio fueron positivas.

Las temperaturas mínimas fueron anómalamente cálidas en todo el país, los mayores desvíos (superiores a 6 °C) se observan en el sector central.

En cuanto a las temperaturas mínimas registradas a 5 cm del suelo, se registraron de 1 a 3 días con valores inferiores a 0 °C en el centro y sudeste de Buenos Aires.

Década 1 JUNIO 2026

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	14.0	16.7	3	8.2	0.8	9	11.1	14.8	-3.7
Bahía Blanca	Buenos Aires	14.7	17.7	3	9.6	2.9	9	12.1	15.3	-3.2
Balcarce	Buenos Aires	14.5	17.1	3	7.3	1.8	9	10.9	9.5	1.4
Bolívar	Buenos Aires	15.5	18.1	6	8.9	1.6	9	12.2	15.7	-3.5
Bordenave	Buenos Aires	15.1	17.1	5	9.5	5.9	9	12.3	8.5	3.9
Castelar	Buenos Aires	16.2	19.8	5	10.0	5.2	9	13.1	11.6	1.5
Coronel Suárez	Buenos Aires	13.8	16.4	5	9.3	4.8	8	11.5	13.9	-2.4
Ezeiza	Buenos Aires	16.0	18.5	5	9.3	4.0	9	12.7	16.6	-4.0
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	14.5	16.9	3	8.9	0.3	9	11.7	9.0	2.6
Junín	Buenos Aires	17.6	21.6	4	11.1	8.8	8	14.4	16.8	-2.5
La Plata	Buenos Aires	15.5	18.8	5	8.2	1.1	9	11.9	15.8	-4.0
Las Flores	Buenos Aires	14.8	18.0	3	9.3	1.2	9	12.1	15.6	-3.5
Mar Del Plata	Buenos Aires	14.0	16.6	3	6.9	0.9	9	10.5	14.6	-4.1
Nueve de Julio	Buenos Aires	16.9	20.0	5	10.3	4.9	9	13.6	16.3	-2.7
Pehuajó	Buenos Aires	16.0	18.2	1	10.1	4.1	9	13.1	15.8	-2.7
Pigüé	Buenos Aires	13.3	15.3	5	9.5	6.7	9	11.4	13.4	-2.0
San Pedro	Buenos Aires	17.8	21.9	4	11.8	8.3	2	14.8	11.8	3.0
Tandil	Buenos Aires	13.6	17.0	3	6.3	-1.2	9	9.9	14.2	-4.3
Tres Arroyos	Buenos Aires	14.6	17.2	3	9.0	3.2	8	11.8	14.4	-2.6
Laboulaye	Córdoba	17.3	21.0	6	11.8	5.8	9	14.5	17.1	-2.6
Manfredi	Córdoba	17.5	22.5	5	11.9	6.5	8	14.7	11.0	3.7
Marcos Juárez	Córdoba	18.5	24.5	4	11.3	6.0	10	14.9	18.0	-3.1
Pilar	Córdoba	17.1	22.2	5	12.4	8.2	8	14.8	18.2	-3.5
Río Cuarto	Córdoba	15.5	18.0	6	10.6	5.1	9	13.1	17.1	-4.1
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	19.2	24.3	5	9.5	3.3	1	14.4	12.5	1.9
Concordia	Entre Ríos	19.5	23.6	4	10.4	6.4	1	15.0	18.5	-3.6
Gualeguaychú	Entre Ríos	17.8	21.9	6	10.2	5.4	1	14.0	17.8	-3.8
Paraná	Entre Ríos	19.7	24.9	6	12.3	7.9	2	16.0	17.9	-1.9
Anguil	La Pampa	15.5	20.0	2	10.5	6.0	9	13.0	8.9	4.1
General Pico	La Pampa	15.3	18.0	5	11.1	6.2	10	13.2	16.7	-3.5
Santa Rosa	La Pampa	15.2	20.4	2	10.3	4.9	9	12.8	16.0	-3.2
Ceres	Santa Fe	20.6	26.4	4	12.1	10.0	9	16.4	19.6	-3.2
Rafaela	Santa Fe	20.4	27.1	4	12.4	7.9	10	16.4	13.1	3.3
Reconquista	Santa Fe	21.1	26.1	5	12.5	9.1	2	16.8	20.2	-3.4
Rosario	Santa Fe	18.4	23.3	4	11.7	8.2	2	15.0	17.7	-2.7

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas presentaron anomalías negativas en el norte del país y positivas en el sur (sur de Cuyo, sur de Córdoba, sur de Buenos Aires, La Pampa y la Patagonia). Las mínimas presentaron valores inferiores a la media en el NEA, la Mesopotamia, Santa Fe, norte y este de Córdoba, Buenos Aires y este de Río Negro; y superiores en el oeste del NOA, oeste y sur de Cuyo, y el centro y sur de la Patagonia. Ocurrieron mínimas inferiores a 0°C en Chaco, sur de Entre Ríos, sur de Santa Fe, parte de Córdoba, oeste de San Juan, sur de Mendoza, La Pampa, Buenos Aires y toda la Patagonia, encontrándose en el oeste de esta región, mínimas absolutas entre -6 y -8 °C.

Se registraron temperaturas a 5 cm del suelo inferiores a 0°C en el este y centro del territorio, con las mayores frecuencias de días en el centro y sur de Buenos Aires y el norte de Río Negro.

Década 2 JUNIO 2026

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	13.7	18.4	16	2.0	-4.2	14	7.8	13.5	-5.7
Bahía Blanca	Buenos Aires	14.8	16.9	16	1.7	-4.5	14	8.3	13.9	-5.6
Balcarce	Buenos Aires	14.4	18.2	11	3.9	0.8	14	9.2	9.0	0.2
Bolívar	Buenos Aires	14.9	20.3	16	2.0	-5.2	14	8.5	14.3	-5.9
Bordenave	Buenos Aires	15.2	19.2	16	0.4	-5.0	14	7.8	7.4	0.4
Castelar	Buenos Aires	15.0	19.0	16	4.5	-0.6	15	9.7	11.3	-1.6
Coronel Suárez	Buenos Aires	14.0	19.1	16	1.4	-3.8	14	7.7	12.8	-5.1
Ezeiza	Buenos Aires	15.0	19.0	16	4.3	0.0	14	9.6	15.8	-6.2
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	14.9	18.2	16	1.6	-3.7	14	8.3	8.1	0.2
Junín	Buenos Aires	15.6	21.0	16	2.9	-1.5	14	9.3	15.7	-6.4
La Plata	Buenos Aires	14.6	19.2	16	3.5	-0.7	14	9.1	15.1	-6.0
Las Flores	Buenos Aires	14.4	18.0	12	3.2	-2.2	14	8.8	14.6	-5.8
Mar Del Plata	Buenos Aires	14.3	18.0	12	3.0	-0.8	15	8.6	13.6	-5.0
Nueve de Julio	Buenos Aires	15.3	19.1	11	4.0	-0.6	14	9.6	15.1	-5.5
Pehuajó	Buenos Aires	15.0	19.4	16	4.2	-0.5	14	9.6	14.5	-4.9
Pigüé	Buenos Aires	13.7	17.3	16	1.4	-3.8	14	7.5	12.3	-4.8
San Pedro	Buenos Aires	14.9	17.6	11	4.3	-1.5	15	9.6	11.5	-1.9
Tandil	Buenos Aires	13.5	17.1	11	0.5	-3.7	14	7.0	13.1	-6.1
Tres Arroyos	Buenos Aires	14.3	16.5	11	2.9	-2.5	14	8.6	13.1	-4.5
Laboulaye	Córdoba	16.5	21.6	16	4.3	-1.0	14	10.4	15.9	-5.5
Manfredi	Córdoba	17.7	21.1	16	4.2	0.7	16	10.9	10.6	0.3
Marcos Juárez	Córdoba	16.7	19.7	16	3.4	-1.1	15	10.1	17.1	-7.1
Pilar	Córdoba	17.6	21.0	16	5.8	2.6	15	11.7	17.4	-5.7
Río Cuarto	Córdoba	16.9	21.4	15	5.0	1.0	14	10.9	15.9	-5.0
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	15.9	19.4	16	4.1	-2.3	15	10.0	12.8	-2.8
Concordia	Entre Ríos	15.8	18.5	17	5.4	-0.5	15	10.6	18.4	-7.8
Guaquaychú	Entre Ríos	15.2	18.6	16	5.0	-1.6	15	10.1	17.4	-7.3
Paraná	Entre Ríos	15.9	18.2	16	6.4	1.3	15	11.1	17.4	-6.3
Anguil	La Pampa	16.6	24.0	16	1.8	-4.4	14	9.2	8.3	1.0
General Pico	La Pampa	16.0	20.6	16	3.9	-2.0	14	10.0	15.1	-5.2
Santa Rosa	La Pampa	15.9	22.4	16	3.1	-2.4	14	9.5	14.4	-4.9
Ceres	Santa Fe	16.2	18.0	19	6.1	2.6	16	11.2	19.5	-8.3
Rafaela	Santa Fe	17.0	20.4	16	6.0	1.2	15	11.5	12.6	-1.2
Reconquista	Santa Fe	16.4	19.3	13	9.0	4.8	20	12.7	20.1	-7.4
Rosario	Santa Fe	16.2	19.7	16	4.5	-1.3	15	10.4	16.9	-6.6

2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas y mínimas medias de la década mostraron patrones de anomalías similares, predominantemente negativas desde el norte del país hasta el norte de la Patagonia con los desvíos más intensos hacia el noreste, y valores positivos restringidos al extremo sur del territorio.

En toda la región de cultivos de secano se registraron temperaturas a 5 cm del suelo inferiores a 3 °C en la mitad o más de los días de la década, alcanzando a registrarse el nivel de helada entre 1 y 5 días en la porción norte, 7 u 8 días en toda el área sur, y todos los días del periodo en tres estaciones meteorológicas del centro bonaerense.

Década 3 JUNIO 2026

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	11.7	15.0	21	-0.9	-4.7	30	5.4	13.2	-7.8
Bahia Blanca	Buenos Aires	11.5	13.3	21	-0.1	-2.6	29	5.7	14.2	-8.5
Balcarce	Buenos Aires	11.7	15.4	21	1.4	-1.5	22	6.6	8.3	-1.7
Bolívar	Buenos Aires	12.9	16.2	21	-1.5	-5.8	24	5.7	13.8	-8.1
Bordenave	Buenos Aires	12.9	15.5	26	-2.4	-6.1	24	5.3	7.0	-1.8
Castelar	Buenos Aires	14.0	19.3	27	3.2	-1.4	30	8.6	10.4	-1.8
Coronel Suárez	Buenos Aires	11.5	13.7	28	-1.3	-4.7	26	5.1	12.6	-7.5
Ezeiza	Buenos Aires	14.1	19.0	27	3.4	-1.5	30	8.8	15.3	-6.6
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	12.4	15.5	27	0.2	-1.7	28	6.3	7.8	-1.5
Junín	Buenos Aires	14.1	16.8	26	1.2	-1.8	30	7.6	15.5	-7.9
La Plata	Buenos Aires	13.5	17.5	27	2.8	-2.5	26	8.2	14.4	-6.2
Las Flores	Buenos Aires	12.9	16.5	27	0.8	-3.0	30	6.9	14.0	-7.2
Mar Del Plata	Buenos Aires	11.9	15.4	21	0.6	-2.4	26	6.3	13.1	-6.9
Nueve de Julio	Buenos Aires	13.9	17.6	21	2.0	-0.4	24	8.0	14.8	-6.9
Pehuajó	Buenos Aires	13.1	16.2	21	1.5	-1.4	24	7.3	14.3	-7.0
Pigüé	Buenos Aires	10.7	13.9	28	-0.9	-2.6	24	4.9	12.3	-7.4
San Pedro	Buenos Aires	14.4	18.1	27	2.5	0.8	23	8.5	10.6	-2.2
Tandil	Buenos Aires	11.4	15.7	21	-1.0	-5.3	30	5.2	12.8	-7.6
Tres Arroyos	Buenos Aires	11.6	14.7	21	1.6	-1.6	30	6.6	13.0	-6.4
Laboulaye	Córdoba	15.2	18.3	27	1.5	-1.6	24	8.3	15.9	-7.6
Manfredi	Córdoba	17.3	21.4	26	-1.1	-4.6	24	8.1	9.2	-1.1
Marcos Juárez	Córdoba	16.1	20.2	26	0.7	-3.7	24	8.4	16.8	-8.4
Pilar	Córdoba	16.8	20.5	26	1.9	-1.8	24	9.3	17.3	-8.0
Río Cuarto	Córdoba	14.7	16.9	26	2.2	-1.8	24	8.4	15.9	-7.5
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	16.0	18.7	27	1.2	-0.6	30	8.6	11.3	-2.7
Concordia	Entre Ríos	15.8	19.6	25	2.8	0.5	30	9.3	17.8	-8.5
Gualeguaychú	Entre Ríos	14.9	17.7	26	2.0	-0.9	30	8.4	16.7	-8.3
Paraná	Entre Ríos	16.1	18.7	27	4.5	2.0	24	10.3	16.7	-6.4
Anguil	La Pampa	15.5	18.4	26	-1.6	-5.5	24	7.0	7.9	-1.0
General Pico	La Pampa	14.7	17.3	21	0.3	-2.7	24	7.5	15.2	-7.7
Santa Rosa	La Pampa	14.4	17.3	30	0.3	-2.1	24	7.4	14.8	-7.4
Ceres	Santa Fe	17.2	20.5	27	3.6	1.0	23	10.4	19.0	-8.6
Rafaela	Santa Fe	17.1	20.4	27	2.7	-1.3	24	9.9	11.8	-1.9
Reconquista	Santa Fe	18.0	22.2	27	6.8	3.8	29	12.4	19.3	-6.9
Rosario	Santa Fe	15.8	19.0	26	1.7	-2.3	24	8.8	16.5	-7.7

Referencias correspondientes a las tablas de temperaturas (°C) por década

MED: valor medio

ABS: valor absoluto

DÍA: fecha en que se registró el valor absoluto

SD: sin datos

PRO: valor promedio del período 1991-2020

DN: desvío del promedio

2.4 HELADAS

PRIMERA HELADA JUNIO 2026

Estaciones meteorológicas		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2026	FMPH	Primera helada 2026	FMPH	Primera helada 2026
Azul	Buenos Aires	05/04	25/03	03/05	29/04	03/05
Bahia Blanca	Buenos Aires	27/04	13/04	03/05	11/05	X
Balcarce	Buenos Aires	03/05	03/05	22/06	05/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	27/04	09/04	03/05	17/05	27/04
Bordenave	Buenos Aires	05/04	19/03	28/04	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	03/05	03/05	15/06	04/06	SD
Coronel Suárez	Buenos Aires	05/04	18/03	03/05	24/04	05/04
Ezeiza	Buenos Aires	03/05	06/05	22/05	08/06	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	27/04	10/04	21/05	09/05	SD
Junín	Buenos Aires	03/05	25/04	03/05	21/05	03/05
La Plata	Buenos Aires	03/05	11/05	14/06	11/06	03/05
Las Flores	Buenos Aires	03/05	15/04	17/05	17/05	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	03/05	16/04	15/06	22/05	03/05
Nueve de Julio	Buenos Aires	03/05	08/05	14/06	05/06	X
Pehuajó	Buenos Aires	27/04	25/04	14/06	23/05	-
Pigüé	Buenos Aires	27/04	26/03	02/05	27/04	27/04
San Pedro	Buenos Aires	03/05	04/05	03/05	10/06	SD
Tandil	Buenos Aires	28/04	08/03	28/04	30/04	28/04
Tres Arroyos	Buenos Aires	03/05	20/04	03/05	21/05	X
Laboulaye	Córdoba	26/04	01/05	26/04	27/05	X
Manfredi	Córdoba	27/04	13/04	10/05	07/05	SD
Marcos Juárez	Córdoba	27/04	30/04	10/05	27/05	27/04
Pilar	Córdoba	10/05	07/05	10/05	03/06	10/05
Río Cuarto	Córdoba	27/04	10/05	27/04	05/06	27/04
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	29/04	18/05	03/05	15/06	SD
Concordia	Entre Ríos	28/04	21/05	15/06	14/06	03/05
Gualedaychú	Entre Ríos	28/04	14/05	03/05	11/06	X
Paraná	Entre Ríos	19/05	11/06	-	27/06	14/06
Anguil	La Pampa	27/04	27/03	27/04	24/04	SD
General Pico	La Pampa	27/04	23/04	27/04	17/05	-
Santa Rosa	La Pampa	27/04	14/04	27/04	11/05	-
Ceres	Santa Fe	10/05	22/05	-	17/06	10/05
Rafaela	Santa Fe	27/04	06/05	23/06	05/06	SD
Reconquista	Santa Fe	-	12/06	-	27/06	X
Rosario	Santa Fe	10/05	07/05	10/05	02/06	03/05

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de primera helada

Primera helada 2026: fecha en que se registró por primera vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera primera helada o helada temprana a aquella registrada antes del 15 de julio.

Tmin<3°C: temperatura mínima registrada en el abrigo meteorológico inferior a 3°C.

Tmin<0°C: temperatura mínima registrada en el abrigo meteorológico inferior a 0°C

FMPH: fecha media de primera helada calculada en el período 1991-2020.

Tmi5suelo<0°C: temperatura mínima a 5cm del suelo registrada fuera del abrigo meteorológico, inferior a 0°C. Los datos pertenecen solamente a la red del SMN.

x: la estación no realiza medición de temperatura mínima a 5cm del suelo.

2.5 GRADOS DÍA

GRADOS DÍA Acumulados desde el 1 de mayo JUNIO 2026

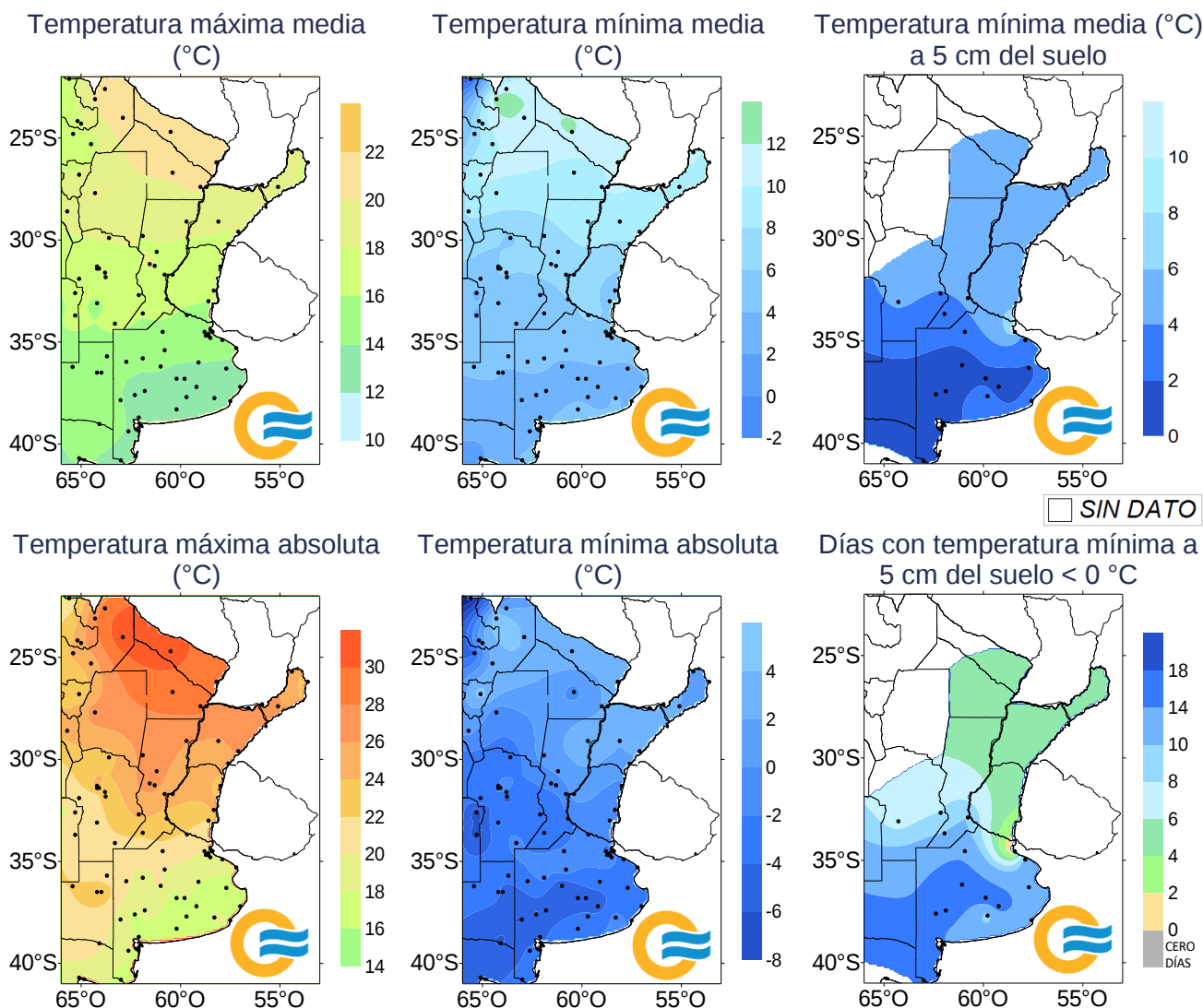
Estaciones meteorológicas		BASE 5		BASE 10		Días con Tmín < 2 °C
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	100.5	232.5	18.3	45.5	14
Bahia Blanca	Buenos Aires	114.8	260.3	25.9	48.7	14
Balcarce	Buenos Aires	116.3	296.2	18.2	63.5	8
Bolívar	Buenos Aires	121.0	275.3	29.4	66.5	16
Bordenave	Buenos Aires	110.5	247.5	25.2	52.0	17
Castelar	Buenos Aires	164.3	370.2	40.2	105.3	6
Coronel Suárez	Buenos Aires	99.2	217.6	17.3	36.1	17
Ezeiza	Buenos Aires	160.6	365.7	38.6	106.2	8
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	114.4	272.2	24.9	52.7	16
Junín	Buenos Aires	163.7	366.2	50.7	114.0	11
La Plata	Buenos Aires	141.6	333.3	28.8	85.2	7
Las Flores	Buenos Aires	129.4	301.6	28.8	76.1	10
Mar Del Plata	Buenos Aires	103.8	271.8	14.2	51.2	13
Nueve de Julio	Buenos Aires	162.6	379.1	44.9	115.0	6
Pehuajó	Buenos Aires	151.6	345.0	40.6	92.0	8
Pigüé	Buenos Aires	97.1	226.3	15.9	36.8	15
San Pedro	Buenos Aires	178.1	418.3	53.2	145.7	7
Tandil	Buenos Aires	80.3	203.4	9.7	33.4	17
Tres Arroyos	Buenos Aires	121.7	291.0	23.2	54.6	7
Laboulaye	Córdoba	182.6	396.3	58.3	127.1	8
Manfredi	Córdoba	187.3	379.3	61.3	126.4	12
Marcos Juárez	Córdoba	183.7	394.1	58.2	130.4	11
Pilar	Córdoba	207.4	443.0	69.6	160.5	5
Río Cuarto	Córdoba	174.2	391.9	48.6	127.1	5
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	179.5	405.0	52.4	134.7	10
Concordia	Entre Ríos	198.2	454.9	66.1	174.8	8
Gualeduaychú	Entre Ríos	175.4	399.8	49.0	131.2	7
Paraná	Entre Ríos	224.3	487.3	81.4	192.1	1
Anguil	La Pampa	143.8	318.6	38.4	81.1	15
General Pico	La Pampa	157.8	355.6	42.1	99.6	8
Santa Rosa	La Pampa	146.5	331.3	37.5	88.0	12
Ceres	Santa Fe	229.2	514.0	84.8	215.8	2
Rafaela	Santa Fe	228.0	486.5	89.4	197.3	5
Reconquista	Santa Fe	269.1	582.8	119.1	278.7	0
Rosario	Santa Fe	191.5	423.6	62.6	151.2	9

Referencias correspondientes a la tabla de grados día (grados).

MES: grados día acumulados en el mes
TMáx: temperatura máxima (°C)
SD: sin datos por datos faltantes.

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

JUNIO 2026



2.7 MAPAS DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DE LA TIERRA

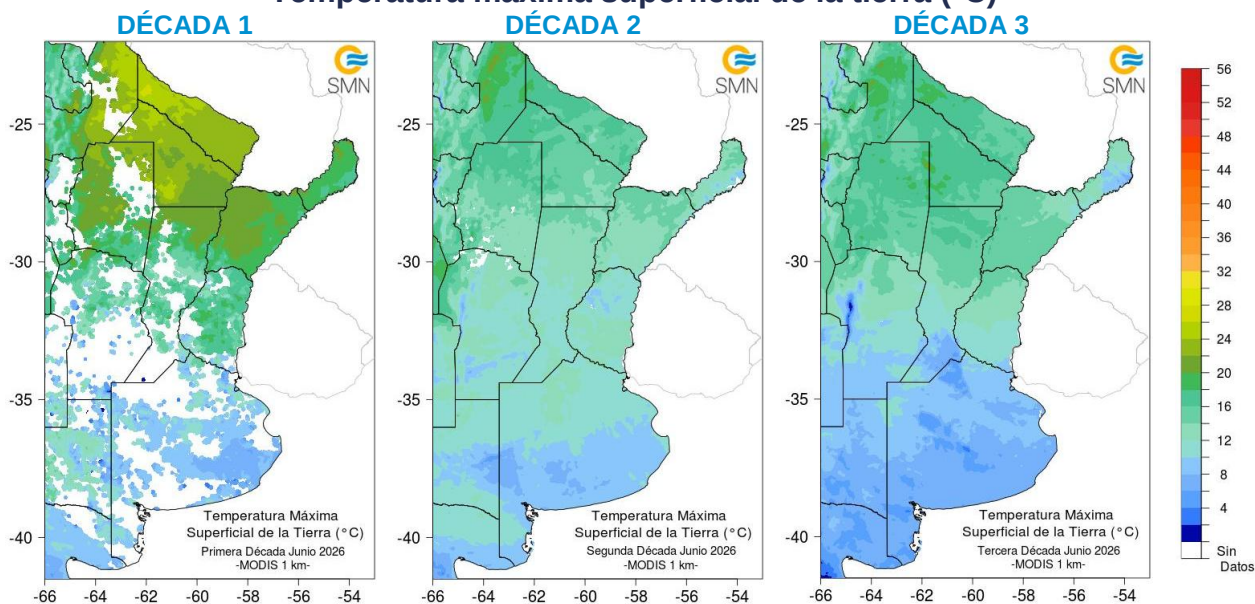
Los mapas de temperatura de la tierra son una composición de los valores mínimos y máximos de temperatura ocurridos durante periodos decádicos.

Son generados a partir del producto de temperatura superficial de la tierra diaria, desarrollado por la NASA, con la información proveniente del sensor MODIS a bordo de las plataformas Terra y Aqua (MOD11A1 y MYD11A1, respectivamente).

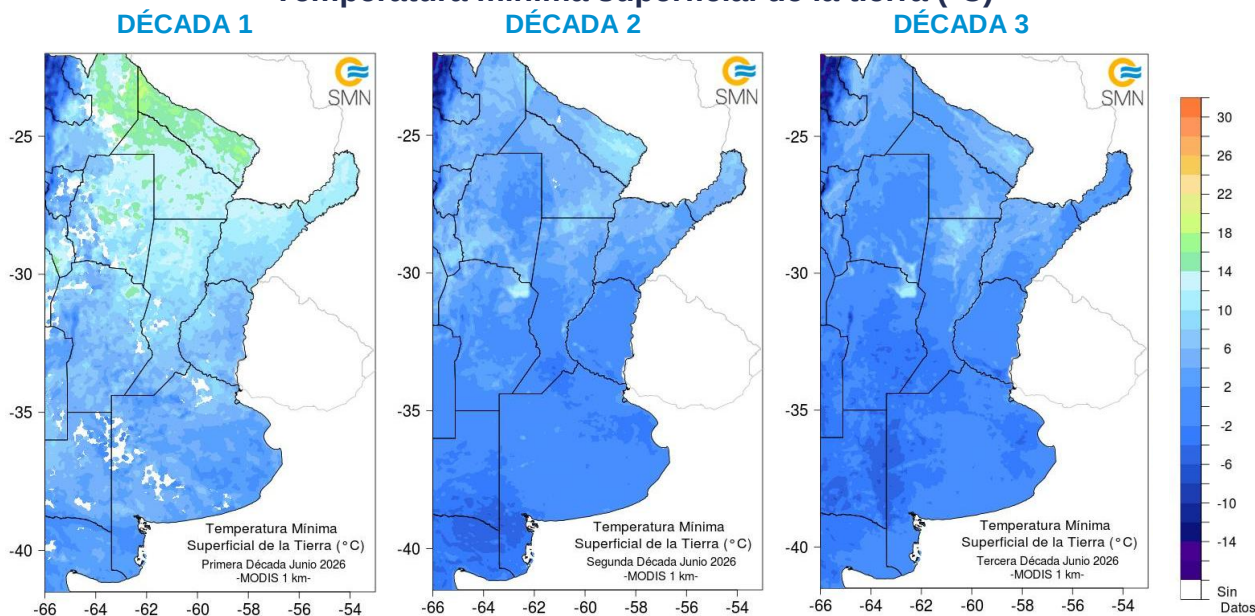
Las temperaturas mínimas, son calculadas a partir de las imágenes nocturnas (02 a 06 UTC), y las temperaturas máximas sólo con la información diurna (14 a 18 UTC). Cabe destacar que durante el procesamiento se aplica un filtro de calidad en las imágenes, para que sólo sean utilizados los píxeles que posean un error de estimación menor a 1°C.

JUNIO 2026

Temperatura máxima superficial de la tierra (°C)



Temperatura mínima superficial de la tierra (°C)



3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de precipitación de las distintas décadas del mes de junio de 2026.

3.1 PRIMERA DÉCADA

Al comienzo de la década, la circulación de aire producida por un sistema de alta presión ubicado sobre el océano Atlántico favoreció el ingreso de humedad al continente, generando precipitaciones de poco milimetraje en la Patagonia y en Buenos Aires.

Posteriormente, el ingreso de un sistema frontal frío por el oeste de la Patagonia y un centro de baja presión ubicado en el NOA, dieron lugar a precipitaciones en el centro y norte del país, algunos de los registros de lluvia más altos del día 4/6 fueron: 42 mm en Tandil, 41 mm en General Pico, 39 mm en Coronel Suárez y 38 mm en Olavarría.

A mediados del período, la presencia de un frente estacionario sobre el centro del país, produjo precipitaciones generalizadas en todo el territorio, las lluvias más abundantes fueron del orden de los 45 mm.

En los últimos días de la década, la formación de un sistema frontal frío en el noreste del país y el pasaje de un frente frío por la Patagonia generaron precipitaciones generalizadas, de muy poco volumen. El día 10/6 un frente estacionario ubicado en el extremo noreste del país generó las lluvias diarias más abundantes de toda la década, registrándose 59 mm en Iguazú.

En total en toda la década las mayores precipitaciones se observan en el centro y norte del país, siendo superiores a la climatología.

Las precipitaciones recibidas en la región Pampeana fueron favorables para recargar con humedad el perfil del suelo, aunque hay sectores, como el sudoeste, que presentan excesos.

Década 1 JUNIO 2026

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	32.8	28.3	3	20.4	4
Bahia Blanca	Buenos Aires	7.0	0.7	3	2.1	4
Balcarce	Buenos Aires	21.6	7.6	2	19.0	4
Bolívar	Buenos Aires	51.0	41.5	4	22.3	3
Bordenave	Buenos Aires	6.3	2.5	2	4.0	2
Castelar	Buenos Aires	37.3	25.5	2	32.0	7
Coronel Suárez	Buenos Aires	45.2	39.7	2	39.1	4
Ezeiza	Buenos Aires	15.3	3.7	2	11.7	7
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	4.0	-1.5	1	3.0	7
Junín	Buenos Aires	12.2	5.8	1	11.5	7
La Plata	Buenos Aires	0.0	-13.5	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	7.6	-2.4	2	4.5	3
Mar Del Plata	Buenos Aires	9.4	-7.7	1	8.8	4
Nueve de Julio	Buenos Aires	33.1	23.1	4	22.2	7
Pehuajó	Buenos Aires	48.5	40.9	3	17.5	3
Pigüé	Buenos Aires	37.0	32.0	2	33.0	4
San Pedro	Buenos Aires	11.5	4.6	2	6.0	7
Tandil	Buenos Aires	54.6	44.7	3	41.7	4
Tres Arroyos	Buenos Aires	21.7	12.8	3	14.9	4
Laboulaye	Córdoba	60.4	57.1	5	21.8	6
Manfredi	Córdoba	10.7	9.3	3	5.8	7
Marcos Juárez	Córdoba	12.0	6.0	2	7.8	6
Pilar	Córdoba	17.2	15.0	3	11.2	6
Río Cuarto	Córdoba	18.6	16.6	3	10.0	6
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	27.1	7.1	3	18.0	7
Concordia	Entre Ríos	13.8	-21.1	3	6.0	6
Gualeguaychú	Entre Ríos	27.5	13.5	2	15.5	7
Paraná	Entre Ríos	24.7	11.6	1	23.0	6
Anguil	La Pampa	49.8	45.2	4	21.0	7
General Pico	La Pampa	78.4	75.4	4	41.4	4
Santa Rosa	La Pampa	42.5	38.4	4	21.6	7
Ceres	Santa Fe	41.0	33.3	3	25.0	6
Rafaela	Santa Fe	36.3	25.8	2	27.8	6
Reconquista	Santa Fe	27.6	11.5	1	27.0	7
Rosario	Santa Fe	23.6	16.8	1	23.6	7

3.2 SEGUNDA DÉCADA

Década 2 JUNIO 2026

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	8.0	-14.6	2	5.0	18
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.0	-21.4	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	13.4	-18.2	2	11.0	18
Bolívar	Buenos Aires	3.8	-15.6	1	3.5	18
Bordenave	Buenos Aires	3.9	-10.8	1	2.3	12
Castelar	Buenos Aires	17.9	-8.4	2	15.4	18
Coronel Suárez	Buenos Aires	4.6	-8.6	2	2.6	13
Ezeiza	Buenos Aires	13.2	-13.6	2	11.2	18
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	0.0	-14.0	0	-	-
Junín	Buenos Aires	12.7	-7.1	1	12.5	18
La Plata	Buenos Aires	17.5	-13.7	2	12.5	18
Las Flores	Buenos Aires	14.5	-18.4	1	14.0	18
Mar Del Plata	Buenos Aires	14.0	-17.4	2	9.5	18
Nueve de Julio	Buenos Aires	18.0	-2.3	1	17.0	18
Pehuajó	Buenos Aires	1.3	-10.7	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	5.0	-8.4	1	4.0	12
San Pedro	Buenos Aires	28.0	16.1	1	28.0	18
Tandil	Buenos Aires	6.8	-21.2	1	5.8	18
Tres Arroyos	Buenos Aires	4.8	-20.7	2	2.5	12
Laboulaye	Córdoba	4.1	-1.3	2	2.0	17
Manfredi	Córdoba	0.3	-2.4	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	3.0	-4.2	1	3.0	18
Pilar	Córdoba	0.0	-1.2	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.1	-3.2	0	-	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	23.7	0.3	1	22.8	18
Concordia	Entre Ríos	41.0	14.9	1	38.0	18
Gualeguaychú	Entre Ríos	30.5	4.3	1	29.8	18
Paraná	Entre Ríos	39.0	25.7	2	36.0	18
Anguil	La Pampa	0.6	-11.7	0	-	-
General Pico	La Pampa	0.0	-8.5	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.3	-8.1	0	-	-
Ceres	Santa Fe	5.0	-0.5	1	4.0	18
Rafaela	Santa Fe	11.6	1.4	2	10.0	18
Reconquista	Santa Fe	63.6	54.1	1	62.7	18
Rosario	Santa Fe	22.0	8.1	1	22.0	18

Las precipitaciones estuvieron por encima de la normal en el este de Formosa y de Chaco, en Corrientes, Entre Ríos y casi toda la provincia de Santa Fe.

Se produjo un humedecimiento de los suelos principalmente en el Litoral y este de Santa Fe, donde el estado hídrico de estos va de condiciones óptimas a excesos.

En lo que resta de la región Pampeana, las condiciones de los suelos varían de excesos a sequía.

3.3 TERCERA DÉCADA

En esta década, el lento desplazamiento hacia el sur del anticiclón del Pacífico, ubicado próximo a las costas chilenas, favoreció el ingreso de aire frío al territorio argentino. Un centro de baja presión evolucionó hacia el este sobre el Océano Atlántico con un frente frío asociado que afectó principalmente al norte del Litoral con precipitaciones acumuladas de más de 50 mm. Ésta fue la única región con desvíos de la lluvia positivos; los desvíos negativos se observaron en el oeste patagónico y la franja más oriental del Litoral sur y región pampeana, y en el resto del país predominaron registros de lluvia normales.

Las precipitaciones abundantes del extremo norte de la Mesopotamia aumentaron los almacenajes hasta niveles excesivos, mientras que la pérdida de humedad, inhibida en esta época por las bajas temperaturas, sólo fue notoria en la región del sur de Corrientes y de Chaco y norte de Santa Fe y de Entre Ríos, donde los suelos, antes saturados, se encuentran a la fecha en condiciones hídricas óptimas. Similar evolución se vio en el centro-sur de Buenos Aires. En la zona núcleo se extendió levemente el área con déficit leve.

Década 3 JUNIO 2026

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.2	-9.8	0	-	-
Bahia Blanca	Buenos Aires	1.7	-3.1	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	4.7	-8.2	1	2.3	24
Bolívar	Buenos Aires	0.0	-9.0	0	-	-
Bordenave	Buenos Aires	1.3	-1.3	1	1.3	26
Castelar	Buenos Aires	0.0	-13.0	0	-	-
Coronel Suárez	Buenos Aires	0.0	-5.1	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	0.0	-10.1	0	-	-
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	2.0	-0.7	0	-	-
Junín	Buenos Aires	0.0	-5.3	0	-	-
La Plata	Buenos Aires	0.0	-13.5	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	0.0	-11.7	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	2.9	-14.7	1	2.0	23
Nueve de Julio	Buenos Aires	0.0	-7.8	0	-	-
Pehuajó	Buenos Aires	0.0	-5.6	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	0.0	-6.1	0	-	-
San Pedro	Buenos Aires	0.0	-9.3	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	0.2	-10.1	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	8.9	-0.7	2	4.4	22
Laboulaye	Córdoba	3.5	-1.0	1	3.5	27
Manfredi	Córdoba	2.3	0.3	1	2.3	21
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-5.5	0	-	-
Pilar	Córdoba	5.0	1.4	1	5.0	21
Río Cuarto	Córdoba	5.0	2.5	1	5.0	21
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	0.3	-16.6	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	0.5	-24.8	0	-	-
Gualectuaychú	Entre Ríos	0.0	-17.6	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	0.2	-9.4	0	-	-
Anguil	La Pampa	0.0	-6.3	0	-	-
General Pico	La Pampa	0.0	-4.4	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-4.7	0	-	-
Ceres	Santa Fe	0.0	-5.6	0	-	-
Rafaela	Santa Fe	0.5	-8.7	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	0.0	-9.2	0	-	-
Rosario	Santa Fe	0.3	-7.4	0	-	-

Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

PD: precipitación (mm) total de la década

DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1991-2020

MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas

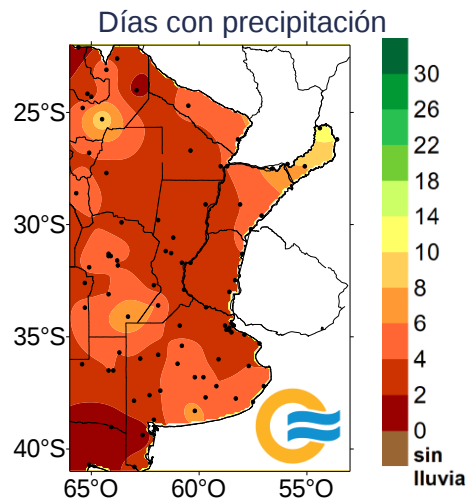
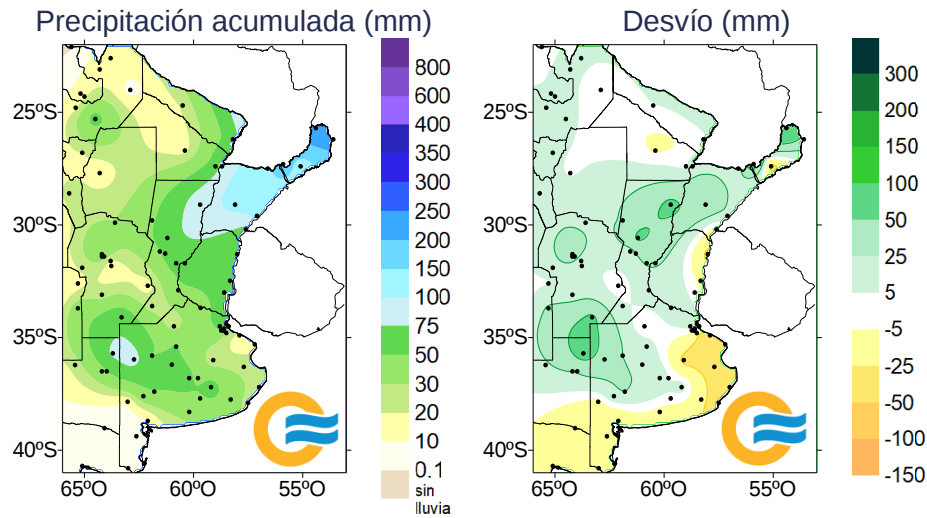
DLLu: días con precipitación > 1 mm

DN: desvío del promedio

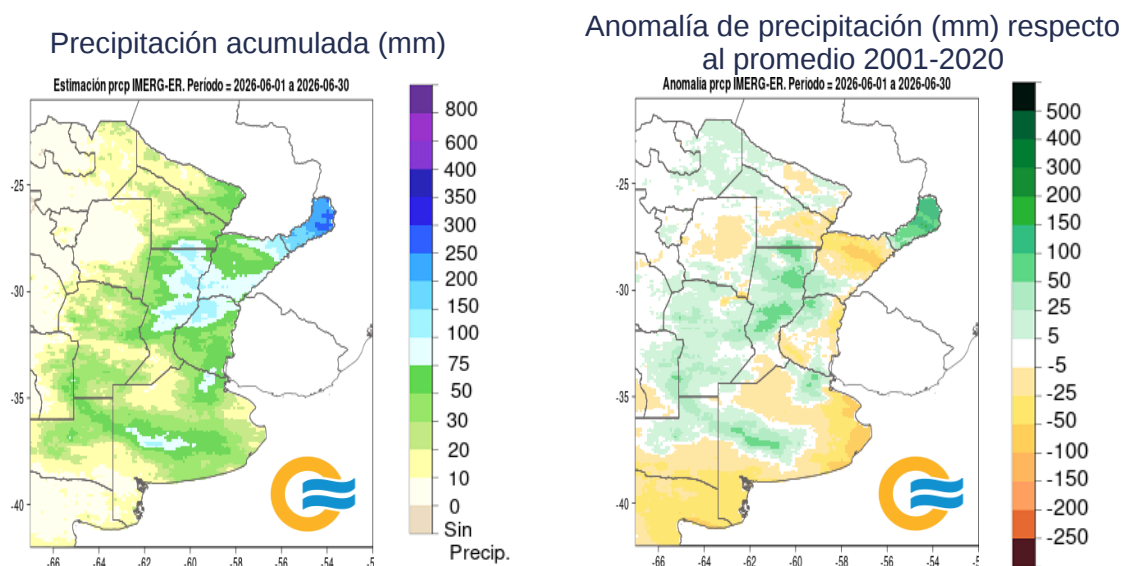
DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

JUNIO 2026



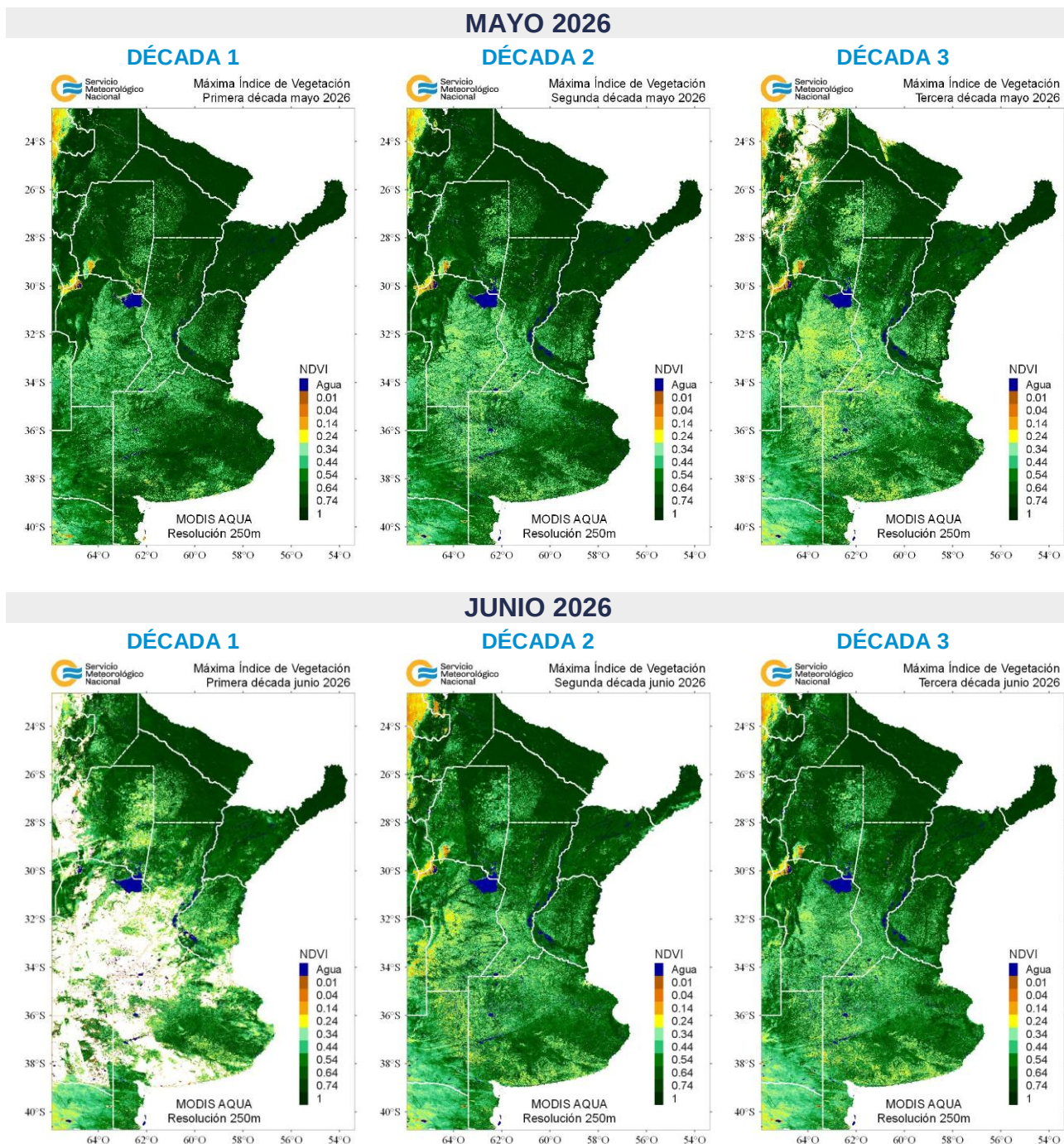
PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER JUNIO 2026



4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de mayo y junio de 2026. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se nota un aumento de la actividad fotosintética, en parte asociado a los cultivos de invierno que se encuentran en etapa vegetativa.

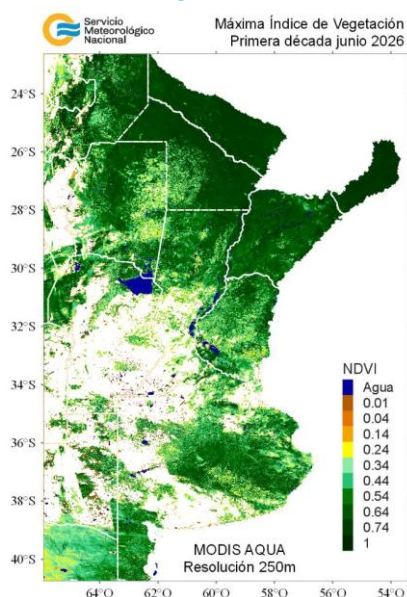


4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

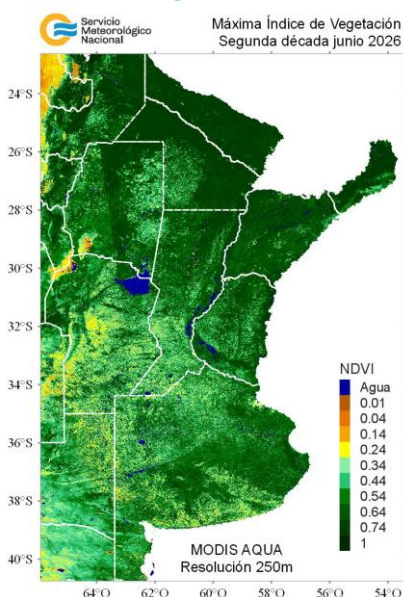
En los siguientes mapas se presenta los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de junio de 2026 y su anomalía respecto al promedio 2003-2023 (período de referencia). El mapa de anomalía del índice de vegetación es la resultante de la diferencia entre las décadas del mes actual finalizado y el periodo de referencia. Los tonos marrones corresponden a un índice de vegetación menor con respecto al periodo de referencia, los tonos verdes corresponden a un índice de vegetación mayor con respecto al periodo de referencia y el blanco que se mantienen iguales o muy poca variación respecto al periodo de referencia.

JUNIO 2026

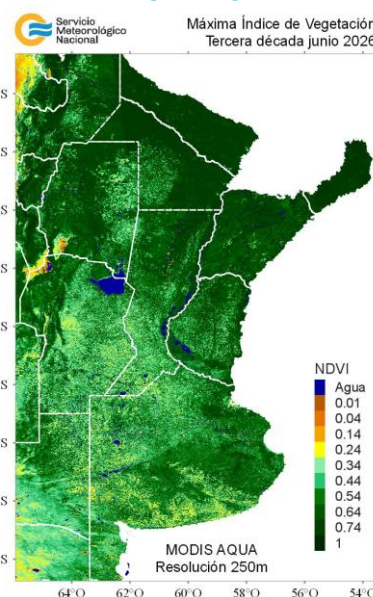
DÉCADA 1



DÉCADA 2

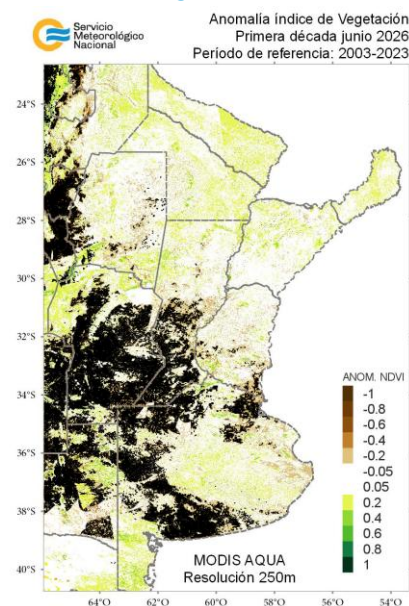


DÉCADA 3

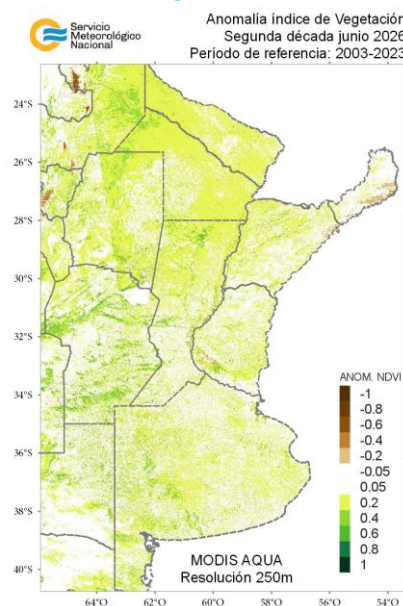


ANOMALÍA JUNIO 2003-2023

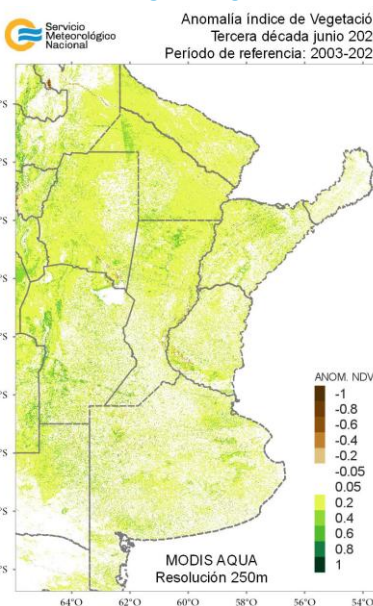
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



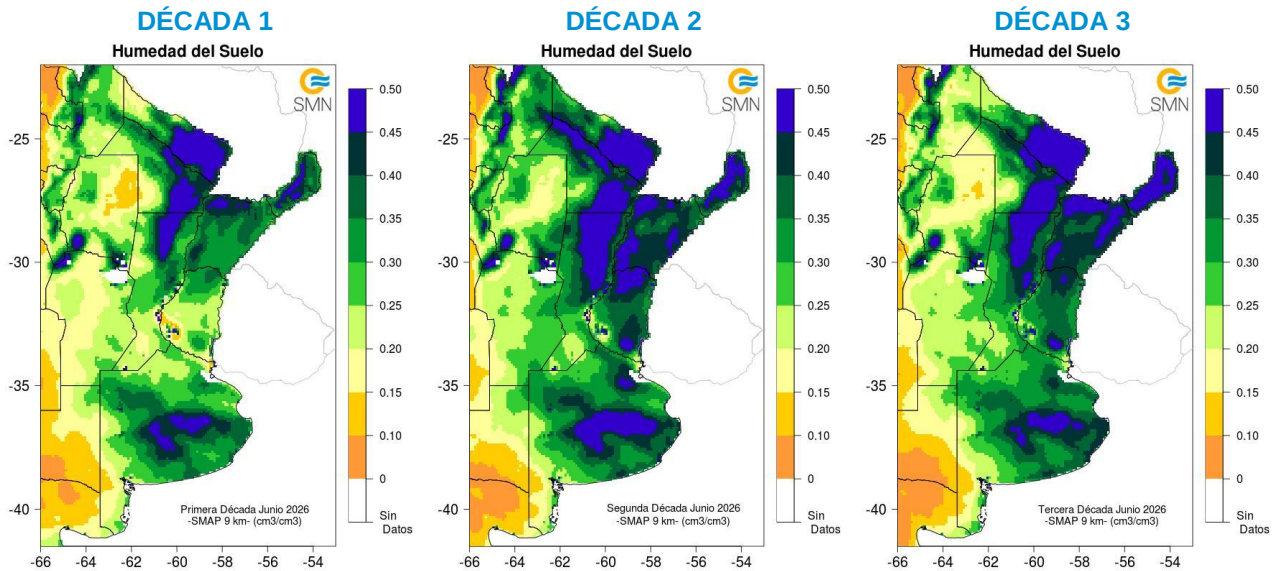
4.3. HUMEDAD DEL SUELO

Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de 5 cm. Los valores de la estimación representan la humedad volumétrica del suelo (m^3/m^3), es decir, la relación entre el volumen de agua y el volumen total del suelo (considerando la fase sólida, líquida y gaseosa presente en el suelo).

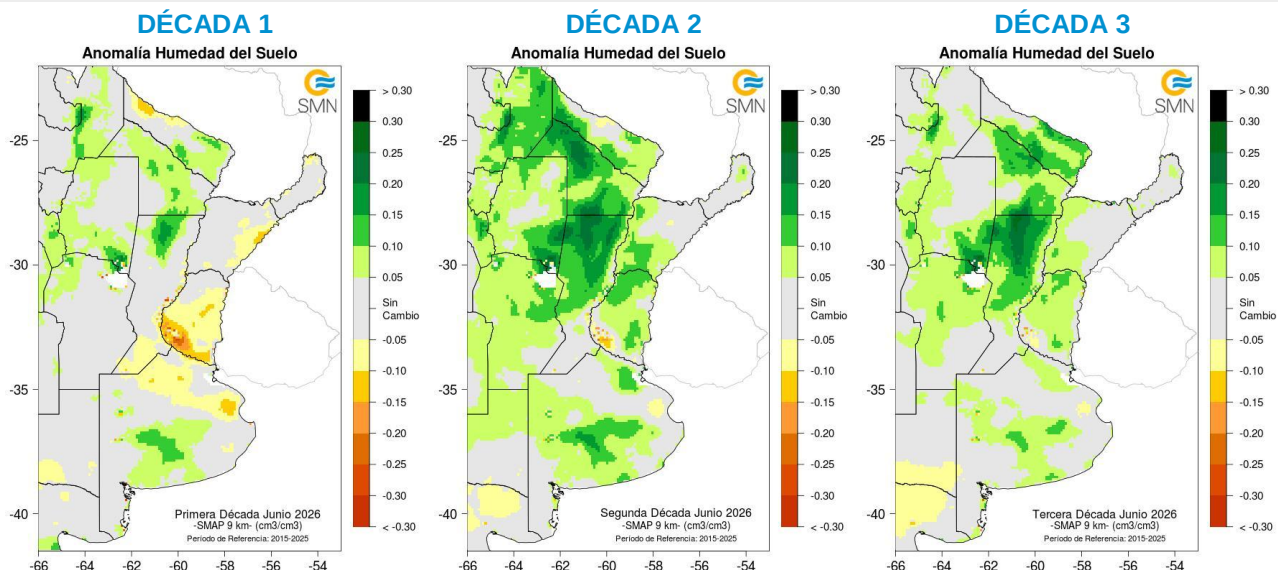
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2026 respecto al periodo 2015-2025, para cada década.

En la mayor parte de la región Pampeana los suelos se han mantenido con buena humedad gracias a las precipitaciones recibidas y a las bajas temperaturas, resultando mayor al contenido de agua promedio 2015-2025.

JUNIO 2026 HUMEDAD DEL SUELO



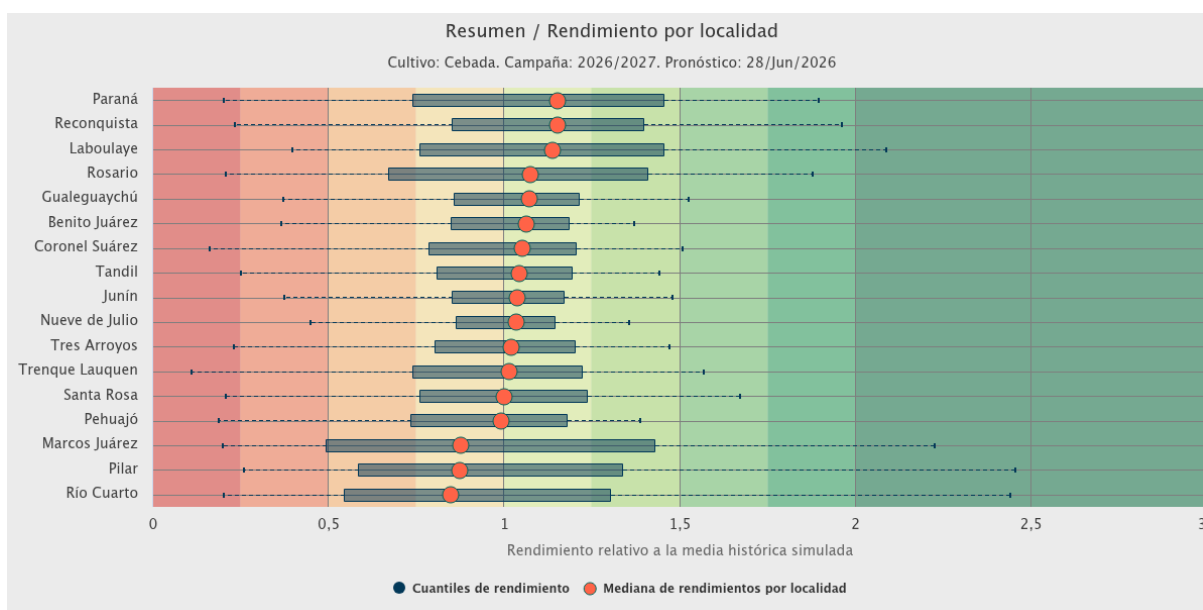
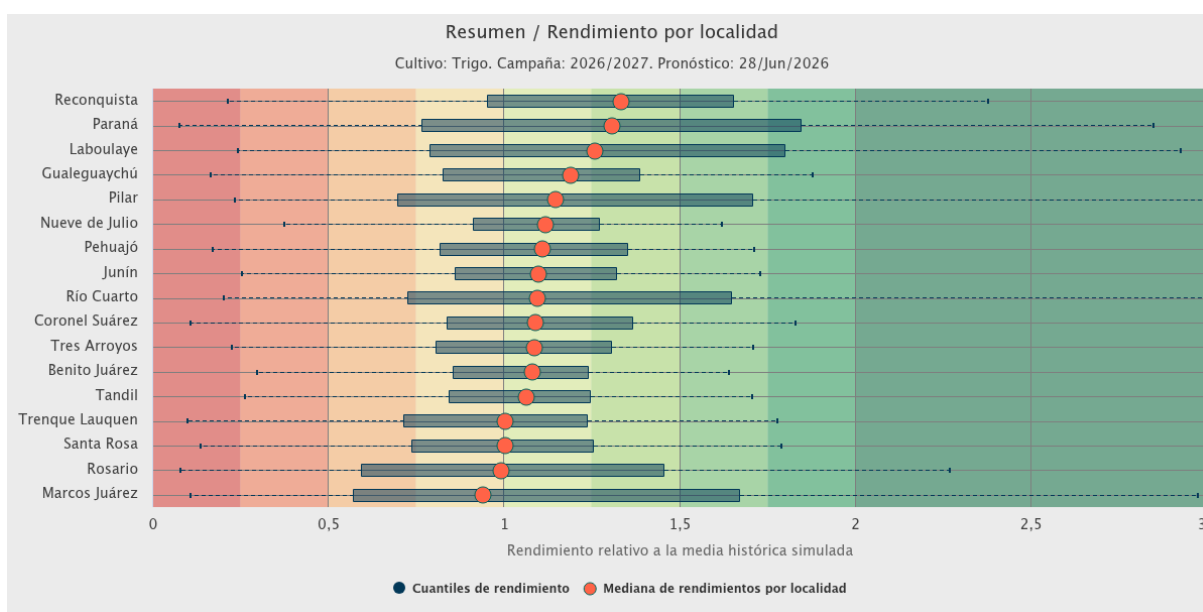
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

ProRindes es una herramienta para estimar el rendimiento de soja, maíz, trigo y cebada en varias localidades de la región Pampeana y a lo largo de toda una campaña agrícola. En este momento del año se simula el rendimiento de trigo y cebada. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 28/06/2026 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gob.ar/>).

En los gráficos a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para trigo y cebada en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. En la mayoría de las localidades analizadas las perspectivas de rendimiento se hallan en torno o por encima de los valores promedio históricos. En las localidades ubicadas en la región V N se estiman rendimientos menores a los promedios.



DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

TEMPERATURA

Máxima media (MED): promedio de las temperaturas máximas diarias en la década considerada.

Máxima absoluta (ABS): temperatura máxima más alta registrada en la década considerada.

Día: día de ocurrencia de la temperatura máxima o mínima absoluta.

Mínima media (MED): promedio de las temperaturas mínimas en la década considerada.

Mínima absoluta (ABS): temperatura mínima más baja registrada la década considerada.

Media (MED): promedio de las temperaturas medias diarias en la década. La temperatura media diaria es el resultado de la semisuma de la temperatura máxima y mínima del día.

Días con heladas: cantidad de días en que la temperatura mínima fue inferior o igual a 2°C.

Desvío (DN): diferencia (°C) entre el valor de la temperatura media actual y el valor medio de la distribución histórica.

TEMPERATURA SUPERFICIAL DE LA TIERRA

Se genera a partir del producto de temperatura superficial de la tierra diaria, desarrollado por la NASA, con la información proveniente del sensor MODIS a bordo de las plataformas Terra y Aqua (MOD11A1 y MYD11A1, respectivamente).

Las temperaturas mínimas, son calculadas a partir de las imágenes nocturnas (02 a 06 UTC), y las temperaturas máximas sólo con la información diurna (14 a 18 UTC). Durante el procesamiento se aplica un filtro de calidad en las imágenes, para que sólo sean utilizados los píxeles que posean un error de estimación menor a 1°C.

Resolución espacial: 1 km. Resolución temporal: diaria. Tipo de sensor: radiómetro hiperspectral; banda 31 (11 µm) - banda 32 (12 µm). Disponibilidad de datos: 2000 – actualidad. Frecuencia de actualización de los mapas: decádico (con una latencia de uno o dos días).

Más información:

<https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11a1v006/>

GRADOS DIAS

Estimación de la energía que una planta tiene a su disposición cada día, que le permite su crecimiento y desarrollo.

GD: Temperatura media diaria - Temperatura base

Temperatura base: es la temperatura por debajo de la cual la planta cesa su actividad.

PRECIPITACIONES

Precipitación total (PD): cantidad total de precipitaciones ocurridas en el período considerado.

Desvío del promedio (DN): diferencia (mm) entre el valor de la precipitación registrada en la década y el valor medio de la distribución histórica, para el lapso considerado (década).

Máxima (MAX): precipitación máxima acumulada en 24 horas dentro de la década considerada.

PRECIPITACIÓN ESTIMADA IMERG_ER

Precipitación estimada con información provista a partir de la constelación de satélites de la Global Precipitation Measurement (GPM) de la NASA.

Se utiliza el producto IMERG_er (Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM_early run) el cual es generado a partir del uso del algoritmo unificado de Estados Unidos que combina información de microondas pasivas de diversos sensores a bordo de la constelación de satélites GPM de la NASA.

El objetivo del algoritmo es intercomparar, combinar e interpolar todas las estimaciones de precipitación satelitales basadas en microondas, junto con aquellas derivadas a partir de datos calibrados con microondas e infrarrojo, información de precipitación observada en superficie y estimaciones provenientes de otras misiones satelitales.

Las características básicas son: resolución espacial: 0.1° x 0.1°; resolución temporal: 30 minutos; dominio global: 90°N – 90°S; disponibilidad desde el 01 de abril de 2015.

Las **anomalías de la precipitación estimada** por satélite representan el desvío del valor de precipitación acumulada respecto a un valor de referencia histórico. El valor de referencia está calculado estadísticamente para el período

2001-2020. Valores positivos de anomalías representan lluvias que superan este valor de referencia.

Más información:

<https://gpm.nasa.gov/data/directory>

NDVI (índice de vegetación normalizado)

Representa la cantidad y el vigor de la vegetación (actividad fotosintética). El NDVI está estrechamente relacionado con el tipo de vegetación y las condiciones climáticas. Los tonos marrón y verde representan la gradación de la vegetación, de escasa/débil a densa/vigorosa.

Las series temporales de NDVI, muestran la tendencia del desarrollo de la vegetación natural y de los cultivos. Se obtiene a partir del cálculo de los máximos valores de una composición de 10 días, utilizando imágenes del sensor MODIS a bordo de la plataforma satelital Aqua con una resolución espacial de 250 metros.

La **anomalía del índice de vegetación** es la resultante de la diferencia entre las décadas del mes actual y el promedio del periodo 2003-2023 para cada década específica del mismo mes de análisis.

HUMEDAD DEL SUELO

Se obtiene del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de 5 cm, a partir de un radiómetro de microondas en banda L (1.41 GHz).

La resolución temporal del satélite es de 3 días, por lo que se obtiene un mapa integrado para la región Argentina con dicha frecuencia, tanto para las pasadas descendentes (6 am – hora local), como las ascendentes (6 pm – hora local). De esta forma, si los datos son óptimos se consideran, para el promedio decádico, 6 imágenes para cada década (3 ascendentes y 3 descendentes). Los valores de la estimación, son una representación de la humedad volumétrica del suelo (m³/m³), es decir, la relación entre el volumen de agua y el volumen total del suelo (considerando la fase sólida, líquida y gaseosa presente en el suelo).

La **anomalía de humedad del suelo** es calculada como la diferencia entre la década de interés correspondiente al año 2023, respecto al promedio 2015- 2022, para cada década específica.

Más información: <https://smap.jpl.nasa.gov/>

PRORINDES

Es una herramienta para anticipar el rendimiento de soja, maíz, trigo y cebada a lo largo de toda una campaña agrícola y para las siguientes localidades de la región Pampeana:



Los pronósticos de rendimiento se basan en modelos computacionales que simulan el crecimiento y desarrollo de cada cultivo. Los modelos requieren datos sobre el manejo agronómico del cultivo simulado, suelos, y datos climáticos.

Los pronósticos de ProRindes se realizan para los suelos más representativos de cada zona, y para un par de manejos agronómicos típicos en cada lugar.

El pronóstico se actualiza semanalmente en:

<https://prorindes.smn.gob.ar/>

Los valores presentados en el gráfico **BoxPlot** se calculan de la siguiente manera: los rendimientos simulados en una determinada fecha de pronóstico para cada tipo de suelo, manejo agronómico y localidad se dividen por el rendimiento histórico medio correspondiente a esa situación.

Luego, se calcula el valor central (mediana) de los rendimientos relativos para el conjunto de tipos de suelos y manejos agronómicos simulados en la localidad.

Las cajas de los cuantiles de rendimiento representan la distribución de rendimientos relativos para el conjunto de tipos de suelos y manejos agronómicos simulados para cada localidad. Los extremos de cada caja corresponden a los cuantiles 25 (extremo izquierdo) y 75 (extremo derecho). Las líneas punteadas llegan a los valores de los cuantiles 5 (izquierda) y 95 (derecha). Dentro de cada localidad, se asume que cada suelo y manejo aparece con la misma frecuencia.

ANEXO

INFORME TÉCNICO SOBRE LA HERRAMIENTA PRORINDES (julio 2022)

Funcionamiento y operación de la herramienta pronóstico de rindes simulados (prorindes) en el Servicio Meteorológico Nacional e investigaciones efectuadas por el sector académico del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Universidad de Buenos Aires.

María Gabriela Marcora¹, Ferreira Lorena¹, Olga Penalba², Federico Stainoh^{2,3}, Vanesa Pántano²

¹ Dirección de Servicios Sectoriales. Dirección Nacional de Pronóstico y Servicios para la Sociedad. Servicio Meteorológico Nacional.

² Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. FCEyN-UBA. CONICET.

³ Institut für Meteorologie und Klimaforschung - Department Troposphärenforschung. Alemania.

Introducción

En el contexto del constante aumento de la población mundial, existe una demanda creciente en la provisión de materias primas en la industria alimentaria. Argentina es uno de los principales países proveedores de materias primas agrícolas, no solo para el mercado local sino también en el mercado de las exportaciones, y la mayor producción de las mismas se encuentra ubicada en la Región Pampeana. Por otro lado, el Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC) promueve que los Servicios Meteorológicos Nacionales (SMN) brinden sus servicios de información meteorológica y climática y sus capacidades en investigación, modelización y predicción, para el desarrollo de herramientas en determinadas áreas de interés como la agricultura y seguridad alimentaria entre otras. En este contexto internacional de MMSC y del nacional mencionado al inicio, es que el SMN acompañó el desarrollo de la herramienta ProRindeS que permite pronosticar el rendimiento de los cultivos a lo largo de una campaña agrícola. ProRindeS (Pronóstico de Rindes Simulados) pretende anticipar el rendimiento de soja (de siembra temprana y tardía), maíz (de siembra temprana y tardía), trigo y cebada en varias localidades de la región pampeana argentina, y a lo largo de toda una campaña agrícola.

La herramienta fue desarrollada mediante una colaboración entre el SMN, la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), y la Escuela Rosenstiel de Ciencias Marinas y Atmosféricas de la Universidad de Miami, Estados Unidos de Norteamérica (RSMAS, por sus siglas en inglés). Varios proyectos de investigación realizados en los últimos años han aportado los conceptos y herramientas que se debieron integrar para implementar el sistema ProRindeS. Los diferentes proyectos fueron financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Instituto Interamericano para el Estudio del Cambio Global (IAI), y la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (NSF, por sus siglas en inglés).

ProRindeS fue originalmente desarrollado como prueba de concepto financiada por los proyectos de investigación ya mencionados. Sin embargo, a partir de la campaña gruesa 2018-2019 esta herramienta comenzó a funcionar operacionalmente, mantenida y administrada por un consorcio de tres entidades: el Servicio Meteorológico Nacional, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca y la organización civil sin fines de lucro AACREA.

Los resultados de ProRindeS se pueden consultar en la página web <https://prorindes.smn.gob.ar/>. Si bien es una herramienta que está disponible para todos los usuarios, está destinada principalmente a los tomadores de decisiones del sector agrícola. La misma brindará soporte principalmente para establecer relaciones de mercado o cuestiones de logística y acopio en el sector. Las actualizaciones de los pronósticos se realizan una vez por semana y se pueden visualizar de manera inmediata en el sitio web.

Este documento presenta una *primera sección* con una recopilación de los aspectos técnicos, principales configuraciones, limitaciones (Rocha A. 2015; Bonhaure D. y Koda V. 2018) y el trabajo operativo que realiza actualmente el SMN con la herramienta de ProRindeS y una *segunda sección* con los resultados de investigaciones producto de la vinculación entre el SMN y el grupo de

investigación "Variabilidad climática de eventos extremos de precipitación. Impactos" del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

1. Aspectos técnicos y operativos del sistema ProRindeS

1.1 Principales componentes del sistema ProRindeS

El sistema ProRindeS consta de un **módulo de simulación de cultivos**, un **módulo de suelo** y un **módulo de clima**.

Con respecto al **módulo de simulación de cultivos**, ProRindeS posee programas computacionales que simulan el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Los modelos utilizados son los de la familia DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer). En particular, se utilizan los modelos CERES Maize para simular maíz, trigo y cebada, y CropGro para simular soja. Ambos modelos han sido calibrados y validados en Argentina mediante múltiples comparaciones entre rindes simulados y observados. Para el conjunto de las situaciones evaluadas, el rinde medio simulado y su variabilidad no difirieron en más de 5% respecto a lo observado. Para cada situación específica (e.g. un lote) el error medio esperado es entre 15 y 20%. Se utiliza un genotipo representativo de los más usados en la zona. El genotipo se caracteriza a través de un conjunto de valores (coeficientes genéticos) que describen el desarrollo y crecimiento de la variedad o híbrido a simular.

Cada manejo agronómico supone, además, una fecha de siembra y la densidad lograda (es decir, número de plantas por metro cuadrado). La definición del manejo agronómico se completa con la fertilización nitrogenada. Para todos los cultivos se define un contenido inicial de Nitrógeno en el suelo (en la capa 0-60 cm) representativo de cada localidad y fecha de siembra. Para el maíz, además, se define una dosis de fertilización con Nitrógeno de manera de alcanzar el nivel total deseado (o sea, Nitrógeno del suelo más Nitrógeno aportado por fertilización) representativo de cada localidad y fecha de siembra.

Con respecto al **módulo de suelo**, ProRindeS tiene incorporado 2-3 suelos más comunes, de modo que los usuarios puedan seleccionar el suelo más semejante a sus propias condiciones. Para cada suelo en cada situación se define, el contenido inicial de Nitrógeno y de agua. El contenido inicial de agua se refiere a la recarga inicial de agua del perfil de suelo en relación a la capacidad total de almacenaje del suelo. Además la herramienta considera 3 niveles de recarga: bajo (20% de recarga), medio (50% de recarga) y alta (100% de recarga).

Con respecto al **módulo del clima**, ProRindeS necesita series de valores diarios para 4 variables climáticas: temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación total y radiación solar total. Esta última es estimada a partir de datos de heliofanía. Estos datos se extraen de la base de datos del Centro Regional del Clima del Sur de América del Sur (CRC-SAS), que han pasado por pruebas estrictas de calidad y consistencia. Estas variables se miden en estaciones meteorológicas operadas por el Servicio Meteorológico Nacional (Figura 1)



Figura 1: Localidades argentinas en donde se realizan las simulaciones de ProRindeS.

(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

El modelo de simulación de cultivos que usa ProRindeS necesita como insumo series diarias de las 4 variables climáticas antes mencionadas. Las series deben cubrir desde el comienzo de las simulaciones (antes de la siembra) hasta el fin de ciclo o cosecha de cada cultivo. Para lograr esto, se construyen series climáticas diarias “híbridas” que combinan dos tipos de datos: (a) datos climáticos observados durante la campaña actual hasta el momento en que se emite un pronóstico, y (b) datos climáticos históricos para las fechas que van desde el pronóstico hasta el fin del ciclo.

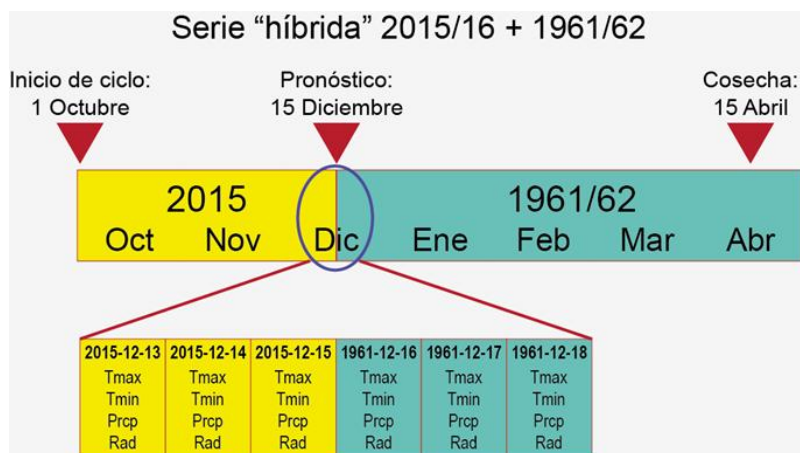


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de la construcción de una serie climática “híbrida” para un pronóstico hipotético de rendimiento realizado el 15 de diciembre de 2015. La primera parte de la serie incluye datos climáticos (temperaturas, lluvia, radiación) observados entre el 1 de octubre y el 15 de diciembre de 2015. Para poder simular rendimientos en diciembre 2015, la serie climática observada hasta el momento del pronóstico se completa con datos para 1961 (15-31 diciembre) y 1962 (1 enero – 30 abril). La transición o “empalme” entre las dos series se muestra en el detalle de la Figura 2. El uso de una sola serie climática híbrida resulta en un único valor pronosticado de rendimiento. En cambio, podemos usar varios años en el registro histórico para construir múltiples series híbridas y, por lo tanto, obtener múltiples rendimientos pronosticados. Por ejemplo, si el Servicio Meteorológico para Junín contiene datos para el período 1 de enero de 1961 al presente, se pueden construir 55 series híbridas que combinan las condiciones para 2015/16 (el comienzo de la serie) con cada uno de los 54 años históricos (para el resto de la serie).

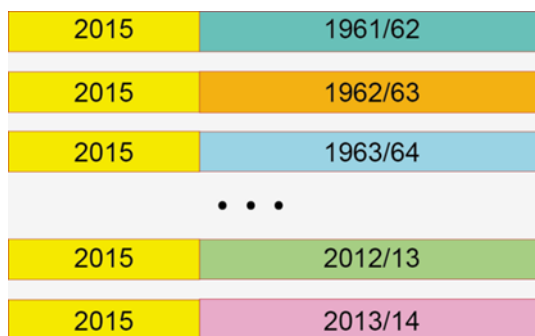


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

En la Figura 3 se muestra la construcción de múltiples series climáticas híbridas para un pronóstico de rendimiento emitido el 15 de diciembre de 2015. Cada una de las series combina datos observados para 2015/16 y series históricas 1961-2014 alimentan al sistema ProRindeS, lo que resulta en 54 rendimientos pronosticados que reflejan la incertidumbre en las condiciones climáticas posteriores al 15 de diciembre de 2015.

El uso de múltiples series climáticas como entrada para ProRindeS nos permite caracterizar la incertidumbre en los rendimientos que resulta del espectro de condiciones climáticas que pueden ocurrir a partir de la fecha de pronóstico. Típicamente, la variabilidad de los valores pronosticados disminuye a lo largo del ciclo, ya que en todas las “series híbridas” que se usan de entrada al modelo hay una mayor proporción de datos para la campaña actual.

Una vez que se obtienen los rendimientos simulados, se calcula el promedio de todas las campañas, y ese valor es el rendimiento de referencia. Los valores de referencia para cada combinación de condiciones (en kilogramos por hectárea) se pueden ver seleccionando “Rendimientos de Referencia” en el menú de ProRindeS. Los rendimientos en kg por hectárea simulados con series “híbridas” para cada combinación de condiciones se dividen por el rendimiento de referencia. Los rendimientos relativos mayores que 1 indican que los rendimientos pronosticados son superiores al rendimiento de referencia: por ejemplo, un rendimiento relativo de 1.50 es 50% mayor que el rendimiento de referencia. Los rendimientos relativos menores que 1 indican resultados por debajo del rendimiento de referencia.

Los **productos ProRindeS** obtenidos son evolución temporal de la mediana y los cuantiles de rendimiento por cultivo, por localidad, con diferentes tipos de suelo y manejo de los mismos (dentro de la misma campaña), distribución de probabilidades en relación a la media histórica de rendimientos simulados. El sistema de pronóstico de rendimiento se complementa con otras variables de salida de interés: precipitaciones acumuladas (observadas) y cuantiles históricos, desvíos de la precipitación observada respecto de la media histórica, evapotranspiración real acumulada (ETR), evapotranspiración potencial acumulada (ETP), agua disponible para el cultivo (en función de la Capacidad de Campo), Índice de estrés hídrico (en función de la ETP y la ET real diaria).

La Figura 4 muestra la evolución temporal de los rendimientos obtenidos con la herramienta ProRindeS donde se puede observar la reducción de la incertidumbre en el pronóstico de rendimiento del maíz de siembra temprana para la localidad de Pilar, a medida que va transcurriendo la campaña agrícola. Esto se debe a que, con las sucesivas corridas de ProRindeS, la serie híbrida va incorporando mayor cantidad de valores climáticos observados (la situación “actual”) y menor cantidad de valores de base climatológica empleados como pronósticos. En este ejemplo se resalta que a partir de la corrida del 30 de enero la curva de evolución de los pronósticos se estabilizó, es decir que se logró simular el rinde final para este cultivo con dos meses de anticipación al fin de la campaña.

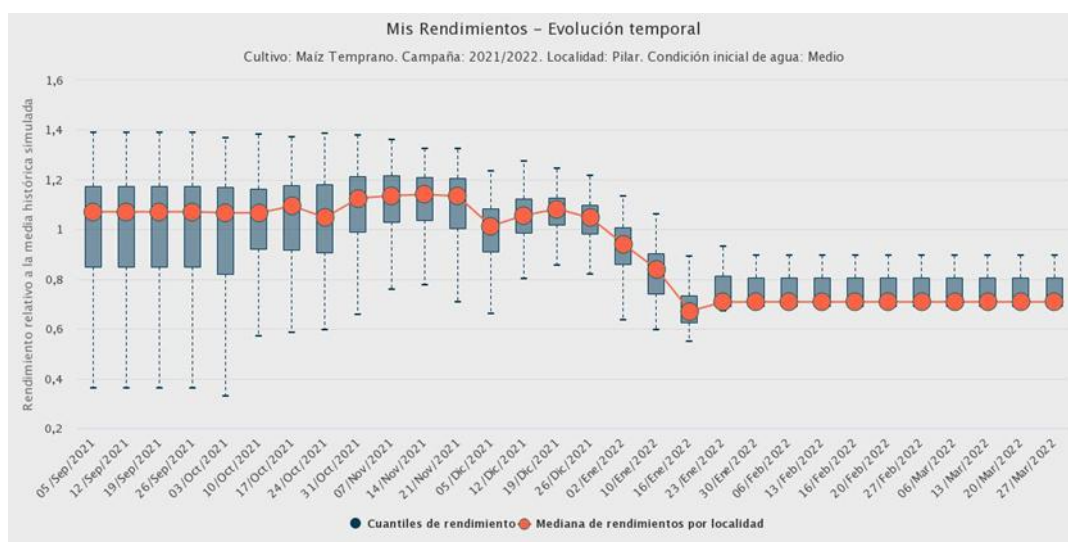


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

El sistema ProRindeS se actualiza una vez por semana, indicando la fecha en que se inicializa la corrida, cuando los datos de clima del SMN se encuentran en la base de datos del CRC-SAS con los controles y validaciones correspondientes. Este proceso demora 48 hs aproximadamente, por

lo que la fecha de inicio de las simulaciones en el “Backend” debe ser dos días previos a la fecha vigente. El maíz y la soja temprana se simulan entre los meses de septiembre y abril. Las variedades tardías de los mismos, entre los meses de diciembre y abril. El trigo y la cebada se simulan entre los meses de mayo y diciembre. Una vez realizadas las correspondientes simulaciones de los pronósticos de rendimientos los datos deben sincronizarse con el “Frontend” para poder ser visualizados en la página web que está disponible para los usuarios (<https://prorindes.smn.gob.ar/>). Asimismo, como servicio al usuario y en el caso de resultado destacado, se realiza una publicación en las redes sociales de ProRindeS y del SMN donde se incluyen figuras y un texto explicativo.

1.2 Validaciones y limitaciones

Según la documentación provista en <https://prorindes.smn.gob.ar/> se realizaron **validaciones** para el esquema propuesto por la herramienta ProRindeS para los cultivos de soja y maíz a lo largo de siete campañas agrícolas (desde 2005/06 hasta 2011/12) en dos localidades de referencia: Junín (Buenos Aires) y Pilar (Córdoba). Los resultados obtenidos mostraron que la variación de los pronósticos de rendimientos está determinada principalmente por la evolución de las condiciones climáticas, en particular de la variable precipitación. En consecuencia, la incertidumbre en los pronósticos se reduce a medida que se van incorporando datos climáticos observados. Esto demuestra que los pronósticos iniciales son de utilidad relativa debido a su gran variabilidad y apartamiento respecto de los valores finales. Sin embargo, se ha demostrado que tanto para la soja como para el maíz, los pronósticos de rendimiento resultaron aceptables dentro de los dos meses previos a su cosecha (Rocha. A, 2005). Otros autores obtuvieron resultados similares para estudios realizados con trigo en India y con maíz en Brasil.

Los modelos de simulación utilizados por ProRindeS (los modelos CERES y CROPGRO en la suite DSSAT) capturan la influencia de muchos factores que influyen sobre el rendimiento simulado, pero también hay otros factores o procesos que no son capturados por estos modelos, mostrando **limitaciones**. La interpretación de los resultados pronosticados debe hacerse con cuidado y considerando qué factores han tenido un rol en la evolución real de los cultivos en una determinada zona. Por ejemplo, las simulaciones de rendimientos no reproducen los efectos de pestes, malezas y enfermedades (los modelos asumen que el cultivo se mantiene libre de estos factores). En años o localidades donde ha habido fuerte incidencia de estos factores, el rendimiento real probablemente sea menor que el rendimiento simulado por ProRindeS.

Otro factor que los modelos no capturan es la presencia de exceso de agua (anegamiento o encharcado). Si estos excesos existen, los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. A la inversa, los efectos beneficiosos de una napa freática accesible a las raíces de un cultivo no serán reflejados por las simulaciones si faltan lluvias. En este caso, sin embargo, los rendimientos simulados serán algo menores que los reales (si la falta de lluvia es el único factor de estrés), ya que el subsidio de agua aportado por la napa no se ve reflejado por los modelos. De la misma manera, la presencia de excesos de agua (anegamiento o encharcado) no es capturada por los modelos, por lo que nuevamente los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. Tampoco se tienen en cuenta fenómenos climáticos extremos como las heladas.

2. Resultados de Investigación producto de Vinculación con el sector académico.

2.1 Introducción

En la última década, más del 90% del trigo argentino se cultiva en una amplia región que va de los 23° a 40° de latitud a los 57° a 67° de longitud, en donde más del 80% se cosecha en la región pampeana (Abbate *et al.*, 2017). En dicha región, se lleva a cabo una producción en secano, por lo cual, el almacenaje de agua en el suelo se ve afectado por la escasez y exceso de precipitaciones.

Debido a lo extenso de esta región, la precipitación varía tanto estacional como espacialmente (Pántano *et al.*, 2017). La señal de los eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en las precipitaciones mensuales en la región de estudio presentan una variabilidad regional. En términos generales las precipitaciones mensuales tienden a estar por encima (debajo) de los valores normales en los eventos El Niño (La Niña), impactando en el almacenaje de agua en el suelo (Penalba *et al.*, 2019).

Dependiendo de la etapa fenológica, el trigo es sensible a distintas condiciones hídricas y/o térmicas. Dada su importancia en el país, tanto a nivel macroeconómico como para producción individual, teniendo en cuenta que la región presenta alta probabilidad de estrés hídrico (Penalba *et al.*, 2019), y que los modelos agronómicos son una herramienta que permiten simular el crecimiento y desarrollo del cultivo, los **objetivos** de esta sección estudio son:

- a) Determinar cuáles son los períodos de escasa precipitación que impactan en el rendimiento potencial del trigo; y
- b) Evaluar la señal de El Niño-Oscilación del Sur.

2.2 Materiales y Métodos

Con el fin de llevar a cabo este estudio se utilizaron dos bases de datos de 13 estaciones ubicadas en la región pampeana en el período 1961-2017, provistas por el Servicio Meteorológico Nacional (Figura 1):

- a. Datos diarios observados de precipitación;
 - b. Rendimientos de trigo simulados por el modelo DSSAT (modelo de simulación agronómica, calibrado localmente: Rocha, 2015), asociados al genotipo más representativo de la localidad, suelo, manejo del cultivo (ciclo largo) y contenido de agua inicial al momento de la siembra (bajo: 20% capacidad de campo -CC-, medio: 50% CC, alto: 100% CC) (<https://prorindes.smn.gob.ar/>).
- Con el fin de determinar períodos sensibles asociados a las precipitaciones diarias, se trabajó con dos índices hídricos: precipitación acumulada y cantidad de días secos en distintas ventanas móviles de 15, 30 y 60 días. Para cada localidad y ventana móvil se calcularon las correlaciones de Pearson entre los índices hídricos y los rendimientos (alto y bajo contenido de agua inicial, analizados por separado), asignando el estadístico al último día de la ventana móvil. A partir de estas series temporales de correlación se identificaron, para cada localidad, los períodos sensibles para ambos índices hídricos (T de Student, significancia 95%, una cola. Wilks, 1995).
- Los años El Niño y La Niña fueron identificados a partir del Índice Oceánico de El Niño (ONI) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>).

2.3. Resultados y Discusión

Inicialmente se evaluaron los períodos sensibles del rendimiento de trigo. En la Figura 5 se presentan las correlaciones entre la precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con distintos contenidos de agua inicial, para distintas localidades que sintetizan el comportamiento regional.

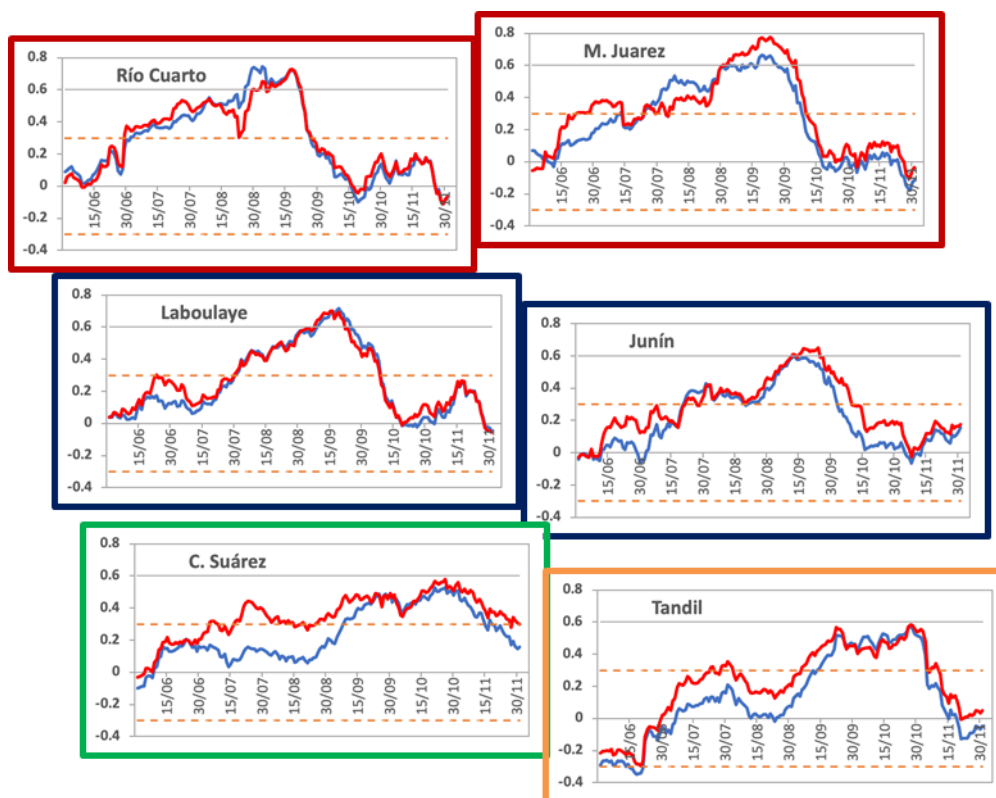


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

Para las estaciones del oeste (Río Cuarto, Laboulaye) no se observan grandes diferencias entre ambos contenidos de agua, siendo el período sensible del 1 de junio al 29 de setiembre. A medida que nos desplazamos hacia el este y sudeste de la región de estudio, comienzan a observarse diferencias. Las estaciones Coronel Suárez y Tandil son las que presentan las mayores diferencias en las correlaciones en las primeras etapas fenológicas del cultivo, variando también el período sensible. En el caso particular de Coronel Suarez, se observa un período sensible desde inicios de agosto, para bajo contenido de agua inicial, correspondiente a las etapas de crecimiento, y no significativo hacia finales del ciclo, cerca de la cosecha.

La identificación de estos períodos se complementó con un estudio de sensibilidad, con el fin de determinar el período con mayor impacto en el rendimiento de trigo asociado a escasas precipitaciones. Para ello, se calculó la probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con bajas precipitaciones (menores al percentil 33). En la Figura 6 (izquierda) se indica esta máxima probabilidad utilizando las simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

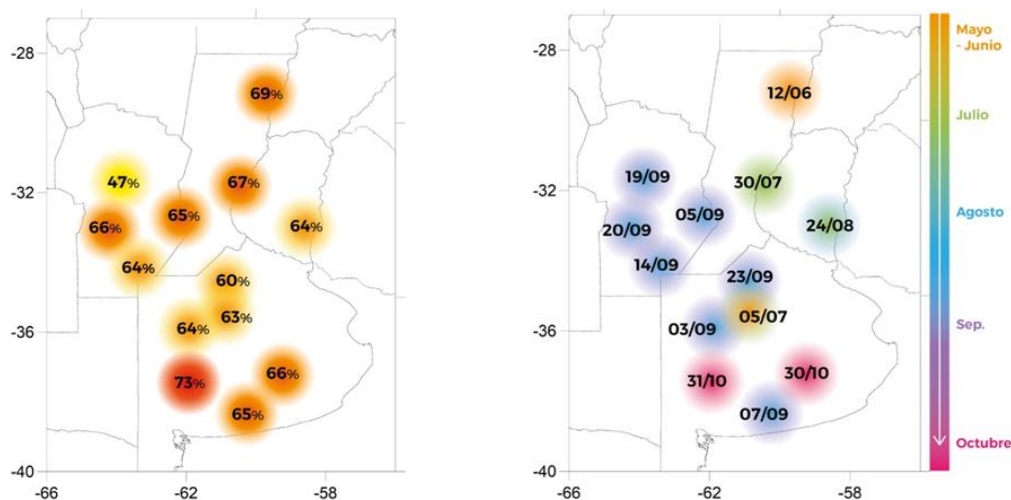
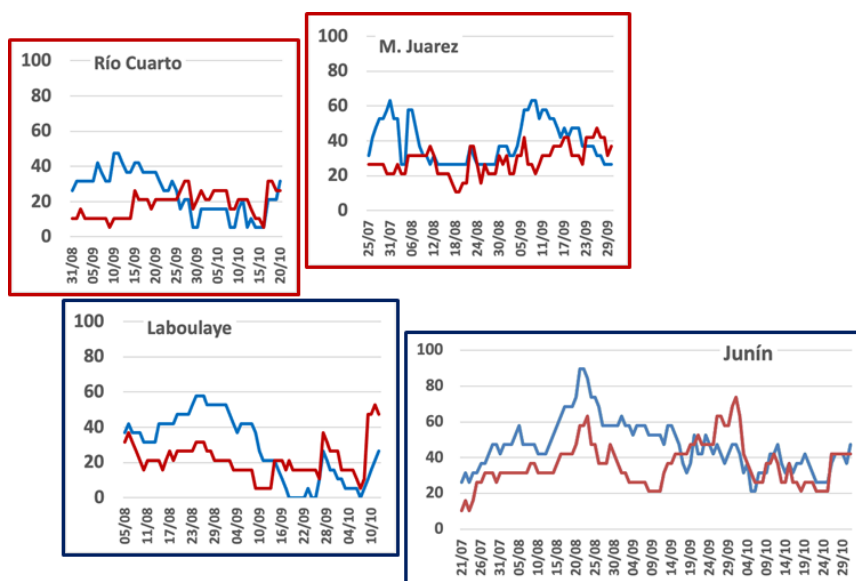


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

Es interesante observar que las probabilidades son elevadas, mayores al 60% salvo para la estación Pilar-Córdoba. Adicionalmente, se identificaron los períodos de 30 días en los cuales estas probabilidades ocurren (Figura 6, derecha). Se puede observar que los períodos de 30 días acompañan el desfase norte-sur de los ciclos fenológicos.

Finalmente, se analizó la señal de los eventos ENOS en estos períodos de escasas precipitaciones asociados a bajos rendimientos y en la distribución total de los rendimientos. En la Figura 7 se presentan las probabilidades de bajos rendimientos discriminados por eventos ENOS. Las mayores diferencias se observan en las localidades de la provincia de Buenos Aires, Junín representa este comportamiento. La probabilidad de tener bajos rindes con escasas precipitaciones en ventanas de 30 días tiende a ser mayor en años La Niña. En algunos periodos, las probabilidades son mayores al 40% y en algunas localidades llegan al 60% (Marcos Juárez, Laboulaye).

Durante los primeros estadios del ciclo fenológico del trigo se observaron elevadas probabilidades de tener bajos rindes con escasas precipitaciones. Es el caso de las localidades de Coronel Suarez y Junín, cuyas probabilidades son cercanas al 80% (Figura 7).



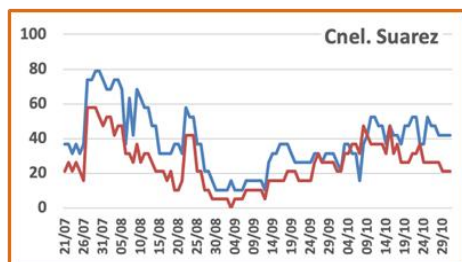


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

Adicionalmente, se calcularon las funciones de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño y años La Niña. De la Figura 8 se puede observar que en años La Niña se observan menores rendimientos de trigo, principalmente en las localidades de la provincia de Buenos Aires. En las localidades del oeste y norte de la región de estudio no se observan diferencias significativas entre ambas funciones de distribución.

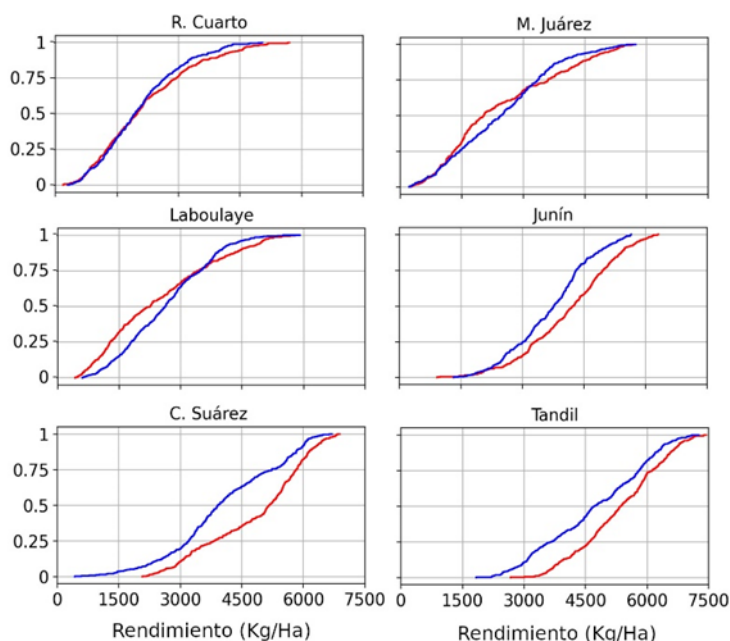


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

2.4. Conclusiones

A partir de rendimientos simulados de trigo (ciclo largo; con alto y bajo contenido de agua inicial) y dos índices hídricos: precipitación acumulada y cantidad de días secos en ventanas móviles de 30 días se identificaron períodos sensibles en los cuales la probabilidad de tener bajos rindes con escasas precipitaciones es mayor al 60%, presentando una regionalización Norte-Sur. Las localidades del oeste de la región de estudio y norte de la provincia de Buenos Aires no presentan diferencias entre alto y bajo contenido de agua inicial. En términos generales, el período sensible se encuentra entre julio y setiembre. Las localidades del centro y sur de la provincia de Buenos Aires presentan diferencias entre alto y bajo contenido de agua inicial. Si el cultivo comienza con alto contenido de agua inicial, el período sensible recién comienza a mediados de setiembre.

La señal de los eventos ENOS en las precipitaciones estacionales y mensuales en la región de estudio, presenta una variabilidad temporal y regional. En términos generales, las precipitaciones tienden a estar por debajo (encima) de los valores normales en los eventos La Niña (El Niño). Los principales resultados indican que en años La Niña la probabilidad de tener bajos rindes con escasas precipitaciones en ventanas de 30 días tiende a ser mayor que en años El Niño. En las localidades del sur de la provincia de Buenos Aires esta probabilidad llega al 80%.

El conocimiento de esta información, para una región determinada y su probabilidad asociada, contribuirán a un Sistema de Alerta Temprana (SAT) más robusto con el fin de disminuir sus impactos, en el marco del Sistema Nacional para la Generación Integral del Riesgo (SINAGIR).

2.5. Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con apoyo de los proyectos PIP 0333, UBACyT 20020170100357BA, PICT 2018/03589 y PICT 2019/02933.

Bibliografía

- Abbate P. E.; Cardós M. J.; Campaña L. E. 2017. *El trigo, su difusión, impotancia como alimento y consumo. Manual de trigo. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas, Programa Latinoamérica Cono Sur.*
- Bonhaure. D. y Koda. V. (2018). *ProRindeS documentación. Proyecto ProRindeS PY, Universidad Católica. CTA.*
- Pántano, V. C.; Penalba, O. C.; Spescha, L. B.; Murphy, G. M. 2017. *Assessing how accumulated precipitation and long dry sequences impact the soil water storage. International Journal of Climatology 37:4316-4326.*
- Penalba, O.C.; Pántano V. C.; Spescha L. B.; Murphy G. M. 2019. *El Niño–Southern Oscillation incidence over long dry sequences and their impact on soil water storage in Argentina. International Journal of Climatology 39: 2362-2374.*
- Rocha A. (2005). *Pronóstico de rendimiento de los cultivos de granos en la Región Pampeana a través del uso de modelos de simulación agronómica. Cátedra de Cerealicultura. Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.*
- Wilks. D. S. 1995. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. Academic Press. Massachusetts. Estados Unidos. 453 pp.*



Dorrego 4019 (C1425GBE) Buenos Aires . Argentina
Tel: (+54 11) 5167-6767 . smn@smn.gob.ar

www.smn.gob.ar

