

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

JULIO 2025

Volumen VII
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
María Gabriela Marcora

Colaboradores:

Silvana Carina Bolzi
Cam Córdoba Fradinger

*Dirección Servicios Sectoriales
Servicio Meteorológico Nacional*

 <https://www.smn.gov.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

1

Generalidades

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

2

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 | 11 |
| 2.6 | Mapas de temperatura | 12 |

3

Precipitación

- | | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 3.1 | Precipitación acumulada 1ra década | 12 |
| 3.2 | Precipitación acumulada 2da década | 14 |
| 3.3 | Precipitación acumulada 3ra década | 15 |
| 3.4 | Mapas de precipitación | 17 |

4

Índices satelitales

- | | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Índice normalizado de vegetación | 18 |
| 4.2 | Anomalía del índice normalizado de vegetación | 19 |
| 4.3 | Humedad del suelo | 20 |

5

Pronóstico de rendimiento - ProRindes

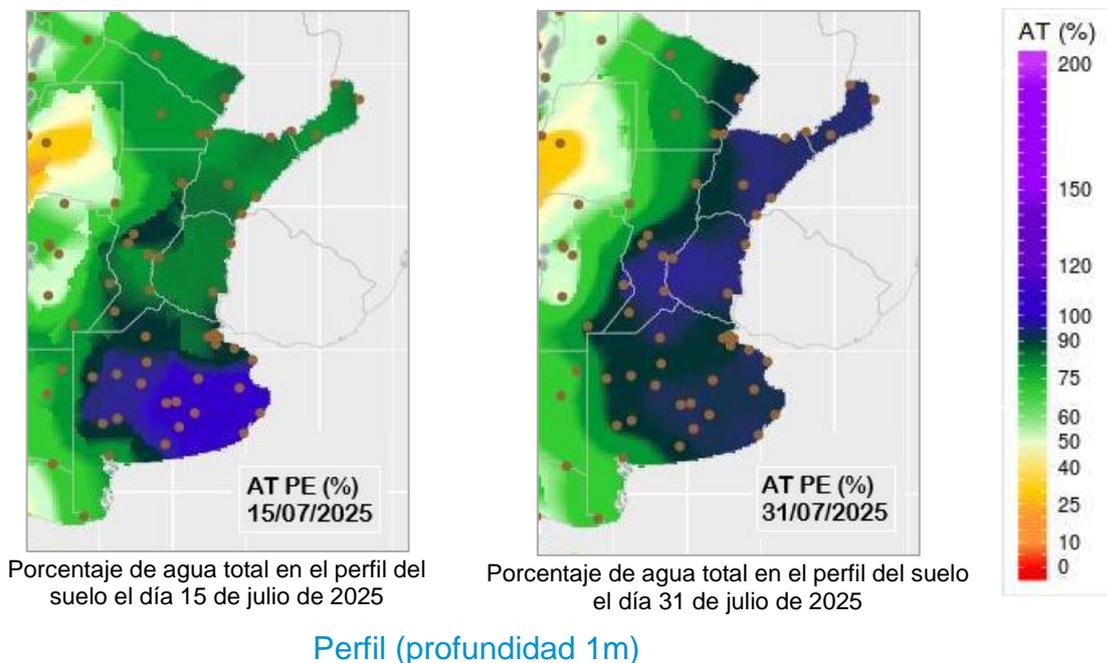
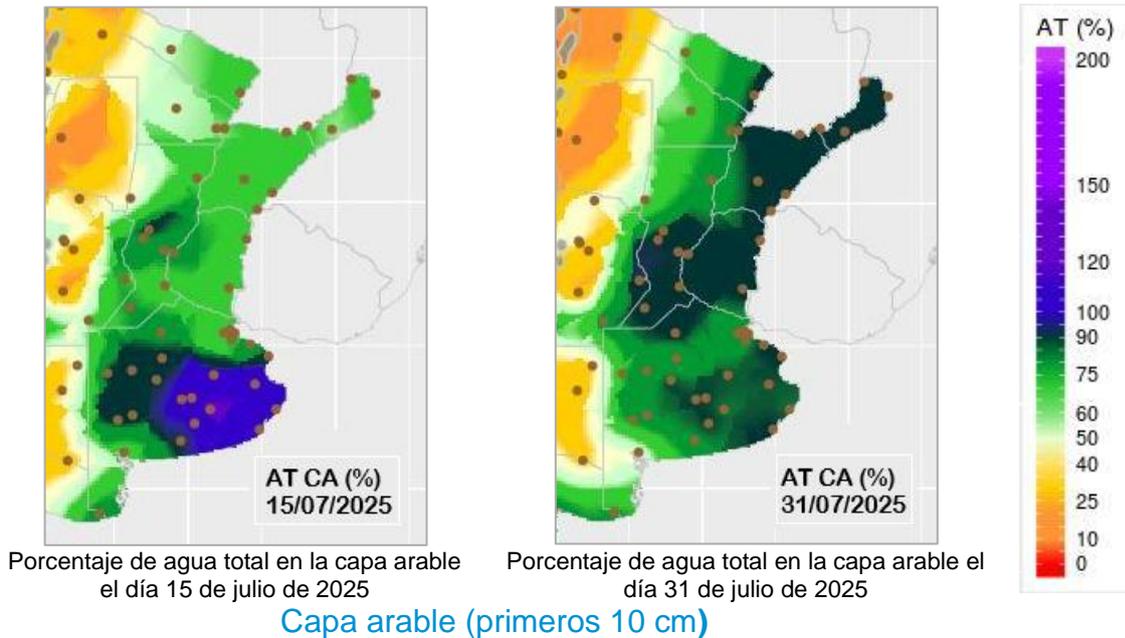
- | | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | Pronóstico de rendimientos para los cultivos de trigo y cebada (fecha de inicio: 27/07/2025) | 22 |
|-----|--|----|

Definición y abreviaturas de parámetros empleados 23

Anexo: informe técnico sobre ProRindes 25

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE JULIO 2025.

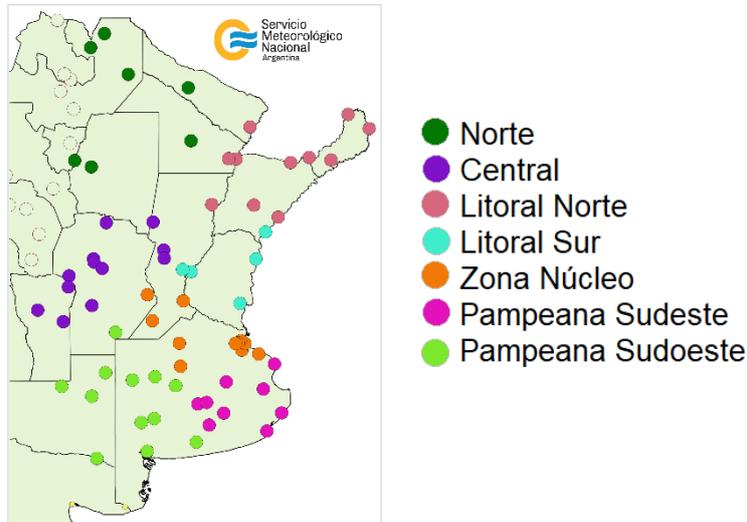
Avanza la cosecha de maíz con limitaciones por la falta de piso y la elevada humedad que presentan los granos. Continúan las labores de siembra de cebada y trigo. Los lotes ya sembrados transitan las primeras etapas de la fase vegetativa del ciclo ontogénico.



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 1981-2021. 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:

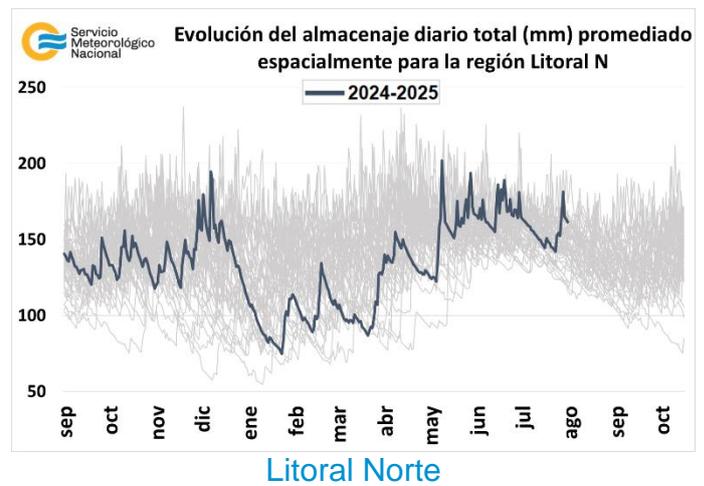
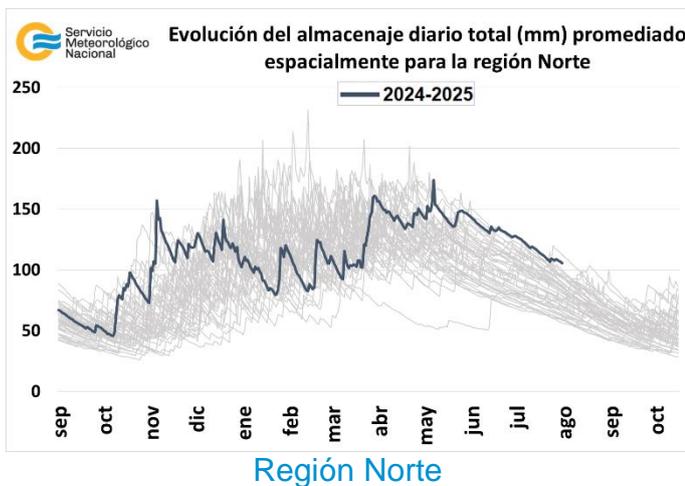


En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

En la región Norte el almacenaje de agua en el suelo presenta una tendencia negativa, lo que es normal para la época del año, pero se destaca que permaneció casi todo el mes como el valor más alto registrado desde 1981.

En las regiones Litoral Norte y Sur se produjeron precipitaciones a lo largo de julio, las más abundantes ocurrieron en la tercera década y produjeron un marcado aumento en el contenido de agua en el suelo, registrándose excesos hídricos.

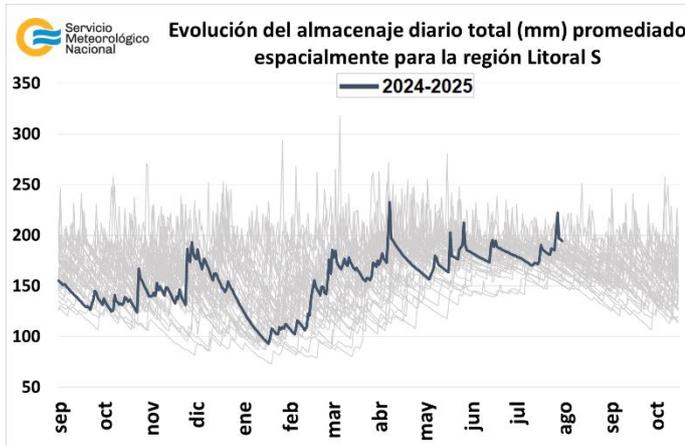
En la zona Núcleo las precipitaciones fueron abundantes y se observó aumento en el contenido de agua en el suelo. El mes finalizó con excesos hídricos.



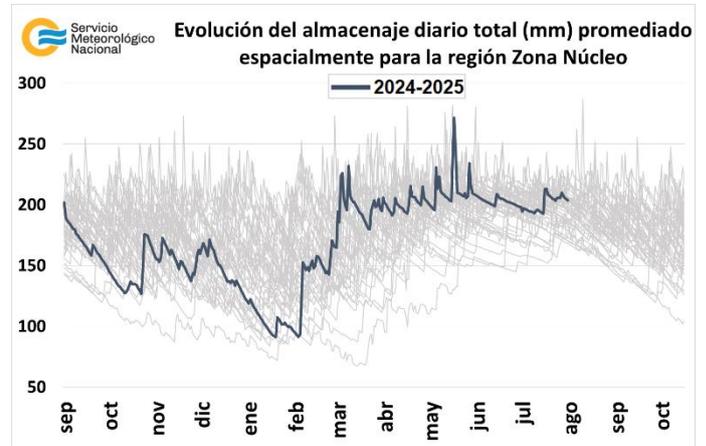
En el sudeste de la región Pampeana las precipitaciones han sido abundantes y el almacenaje de agua en el suelo se mantuvo entre los más altos desde 1981. Predominaron condiciones de excesos hídricos en todo el mes.

En el sudoeste de la pradera Pampeana se han producido precipitaciones y el almacenaje de agua en el suelo se mantuvo entre los valores más altos desde 1981. Las condiciones hídricas de los suelos en la región van de regulares a óptimas.

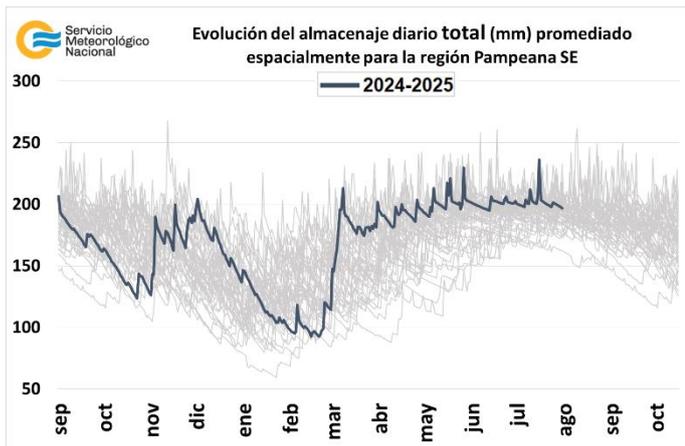
En la región central las precipitaciones fueron superiores a lo normal y el almacenaje de agua en el suelo aún se encuentra entre los valores medios desde 1981.



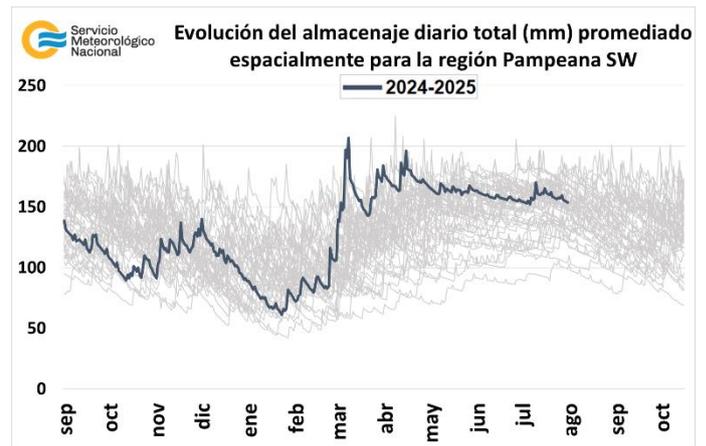
Litoral Sur



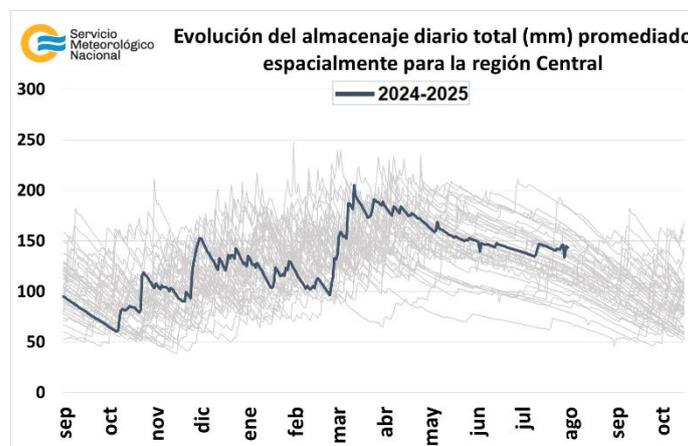
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

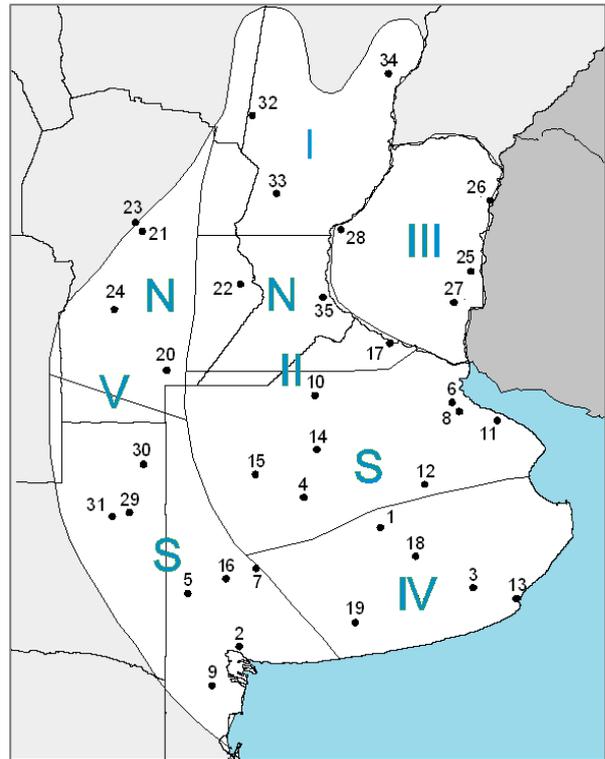


Región Central

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) Gualeguaychú (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: finalizó la cosecha de maíz en algunos sectores de la región, mientras que en otros, las labores de recolección se encuentran limitadas debido al exceso de humedad superficial.

REGIÓN II NORTE: los triguales se observan en estado de macollaje, con un buen stand inicial de plantas, sin presentar daños por heladas ni por enfermedades. La cosecha de maíz continúa de manera intermitente, dadas las precipitaciones registradas.

REGIÓN II SUR: La cebada se transita las primeras etapas de su estado vegetativo, presentando retraso en su crecimiento dadas las bajas temperaturas registradas. Avanza la siembra de trigo, con ciertas limitaciones debido a que los suelos se hallan muy cargados de humedad y con excesos en algunas zonas. Prosigue la cosecha de maíz, con interrupciones debido a las precipitaciones registradas y a la humedad elevada que presentan los granos que alcanzaron la madurez.

REGIÓN III: la cebada muestra una buena evolución, favorecida por las condiciones de humedad en el perfil edáfico. El trigo alcanzó el estado de macollaje, aunque se observa la presencia de enfermedades fúngicas, debido al exceso de humedad superficial.

REGIÓN IV: el avance de la siembra de cebada se desarrolla con dificultades debido a la elevada humedad superficial. Los lotes ya sembrados mantienen un buen estado general. El trigo se observa en diferentes etapas del ciclo, desde emergencia hasta macollaje, con un crecimiento limitado debido a las bajas temperaturas registradas.

REGIÓN V NORTE: la cebada y el trigo transitan el estado de macollaje y presentan buenas condiciones generales. Avanza la cosecha de maíz, condicionada por la elevada humedad superficial.

REGIÓN V SUR: la cebada se observa en buenas condiciones generales, transitando la etapa inicial de la fase vegetativa. Finalizó la siembra de trigo. Los lotes de siembra temprana se hallan en las primeras etapas del ciclo ontogénico. Prosigue la cosecha de maíz, condicionada por la elevada humedad de los granos, obteniéndose rendimientos entre 50 y 75 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 julio de 2025.

2.1 PRIMERA DÉCADA

En el campo de temperatura máxima media predominaron las anomalías positivas en el norte y centro, Cuyo y la Patagonia y se destacan los desvíos negativos de la mínima media en la Mesopotamia. La temperatura a 5 cm del suelo registró valores inferiores a 3 °C en casi la mitad de los días de la década en prácticamente toda la región analizada y la frecuencia de heladas ($TS < 0$ °C) fue apenas un día o dos menos en la mayoría de las localidades.

Década 1 JULIO 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	11.1	14.7	7	2.0	-7.7	1	6.5	6.8	-0.3
Bahía Blanca	Buenos Aires	11.4	15.2	7	2.3	-6.6	1	6.8	7.4	-0.6
Balcarce	Buenos Aires	11.5	14.5	4	3.3	-2.6	2	7.4	7.6	-0.2
Bolívar	Buenos Aires	11.7	14.1	4	1.7	-8.0	1	6.7	7.1	-0.4
Bordenave	Buenos Aires	12.0	14.7	3	1.7	-8.2	1	6.9	6.8	0.1
Castelar	Buenos Aires	15.9	21.3	9	3.8	-4.9	1	9.9	10.0	-0.2
Coronel Suarez	Buenos Aires	10.7	13.0	4	0.4	-10.3	1	5.6	5.5	0.1
Ezeiza	Buenos Aires	15.6	21.3	9	4.7	-4.2	2	10.2	9.7	0.5
Junín	Buenos Aires	15.8	21.3	8	3.0	-8.0	1	9.4	8.6	0.8
La Plata	Buenos Aires	13.7	18.6	9	2.6	-5.2	2	8.1	9.0	-0.9
Las Flores	Buenos Aires	12.3	16.5	7	3.3	-3.6	1	7.8	7.8	0.0
Mar Del Plata	Buenos Aires	11.7	14.9	8	2.3	-6.3	2	7.0	7.3	-0.3
Nueve de Julio	Buenos Aires	13.2	16.3	4	4.6	-3.8	1	8.9	8.3	0.6
Pehuajó	Buenos Aires	12.5	16.2	4	3.7	-5.1	1	8.0	7.7	0.3
Pigüé	Buenos Aires	10.7	16.6	7	1.6	-6.8	1	6.2	5.9	0.3
San Pedro	Buenos Aires	17.7	23.0	9	4.5	-5.3	1	11.1	10.6	0.5
Tandil	Buenos Aires	11.0	14.8	7	0.1	-8.1	2	5.5	6.0	-0.5
Tres Arroyos	Buenos Aires	11.7	15.2	7	2.7	-7.2	1	7.2	6.9	0.3
Laboulaye	Córdoba	16.5	21.5	8	2.9	-7.1	1	9.7	8.2	1.5
Manfredi	Córdoba	19.1	23.2	9	2.5	-9.2	1	10.8	9.6	1.2
Marcos Juárez	Córdoba	18.4	23.0	8	2.8	-8.0	1	10.6	9.3	1.3
Pilar	Córdoba	18.6	22.6	6	4.6	-2.0	1	11.7	9.7	2.0
Río Cuarto	Córdoba	15.7	20.5	8	3.6	-2.4	2	9.7	8.8	0.9
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	17.6	23.4	9	1.8	-6.0	2	9.7	11.3	-1.6
Concordia	Entre Ríos	17.7	22.2	9	3.5	-5.2	1	10.6	12.1	-1.5
Gualeguaychú	Entre Ríos	17.2	22.6	9	2.9	-6.4	2	10.1	10.6	-0.5
Paraná	Entre Ríos	18.8	23.7	6	5.5	-3.5	1	12.2	11.4	0.8
Anguil	La Pampa	13.2	18.7	4	-0.5	-10.0	1	6.4	7.5	-1.1
General Pico	La Pampa	14.1	17.6	4	2.8	-3.6	5	8.5	8.0	0.4
Santa Rosa	La Pampa	12.8	17.7	4	1.7	-3.9	1	7.3	7.3	0.0
Ceres	Santa Fe	21.8	27.5	9	6.6	-4.5	2	14.2	11.7	2.5
Rafaela	Santa Fe	20.6	25.8	9	6.3	-5.3	1	13.4	12.2	1.3
Reconquista	Santa Fe	19.9	25.1	9	6.2	-1.4	1	13.1	13.6	-0.5
Rosario	Santa Fe	18.5	24.2	6	4.4	-6.8	1	11.4	10.1	1.3

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas medias presentaron anomalías positivas en todo el territorio, con los mayores apartamientos respecto de la media en la región Patagónica. En cuanto a las temperaturas mínimas, fueron inferiores a lo normal para julio en el sector noreste del país y en el noroeste de la Patagonia, en el resto del país fueron anómalamente cálidas. La temperatura a 5 cm del suelo registró valores inferiores a 0 °C en Chaco, Cuyo y gran parte de la zona productiva de cultivos de secano.

Década 2 JULIO 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	13.9	17.5	13	4.7	0.1	17	9.3	6.7	2.6
Bahía Blanca	Buenos Aires	16.9	21.2	18	5.4	0.3	17	11.2	7.5	3.7
Balcarce	Buenos Aires	15.5	20.5	19	5.5	3.5	17	10.5	7.9	2.5
Bolívar	Buenos Aires	15.2	17.7	13	5.8	-0.6	17	10.5	7.3	3.2
Bordenave	Buenos Aires	15.8	21.3	18	3.7	-2.1	17	9.8	6.7	3.0
Castelar	Buenos Aires	17.9	22.9	15	6.8	2.1	18	12.3	10.2	2.2
Coronel Suarez	Buenos Aires	15.1	18.8	18	2.5	-3.8	17	8.9	5.8	3.1
Ezeiza	Buenos Aires	18.0	21.3	15	7.5	4.0	18	12.8	9.8	3.0
Junín	Buenos Aires	18.8	24.3	15	6.7	1.9	18	12.8	8.5	4.3
La Plata	Buenos Aires	15.4	18.5	15	6.6	2.1	18	11.0	9.2	1.8
Las Flores	Buenos Aires	16.1	19.0	13	6.3	4.0	17	11.3	8.1	3.2
Mar Del Plata	Buenos Aires	14.8	17.1	19	5.5	2.3	17	10.1	7.5	2.6
Nueve de Julio	Buenos Aires	17.6	21.0	15	7.2	3.1	17	12.4	8.4	4.0
Pehuajó	Buenos Aires	16.8	19.8	19	6.1	-0.4	17	11.4	7.6	3.8
Pigüé	Buenos Aires	15.0	18.2	19	3.5	-1.2	17	9.3	6.0	3.3
San Pedro	Buenos Aires	20.1	26.7	15	7.8	2.9	18	13.9	10.5	3.5
Tandil	Buenos Aires	14.1	17.0	13	3.8	0.2	17	8.9	6.2	2.7
Tres Arroyos	Buenos Aires	16.4	20.0	18	6.4	-1.0	17	11.4	7.1	4.3
Laboulaye	Córdoba	19.1	24.4	15	4.8	0.5	19	11.9	8.0	3.9
Manfredi	Córdoba	20.7	25.5	19	4.8	-2.6	17	12.8	8.6	4.2
Marcos Juárez	Córdoba	19.9	26.5	15	5.1	-1.9	18	12.5	9.1	3.4
Pilar	Córdoba	20.6	25.7	19	6.3	0.0	18	13.4	9.5	3.9
Río Cuarto	Córdoba	19.5	24.4	18	5.4	-1.0	17	12.5	8.8	3.7
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	18.5	27.9	15	6.2	0.6	18	12.4	11.2	1.1
Concordia	Entre Ríos	18.4	25.4	15	7.2	2.3	11	12.8	12.1	0.7
Gualeguaychú	Entre Ríos	18.1	27.0	15	6.9	1.5	18	12.5	10.6	1.9
Paraná	Entre Ríos	19.2	23.1	15	8.3	1.9	18	13.7	11.3	2.4
Anguil	La Pampa	19.7	25.7	18	1.4	-5.5	11	10.6	7.4	3.2
General Pico	La Pampa	19.2	22.9	18	4.2	-1.3	17	11.7	7.9	3.8
Santa Rosa	La Pampa	19.3	25.7	18	4.1	-1.0	17	11.7	7.3	4.4
Ceres	Santa Fe	21.9	30.0	15	7.9	-0.5	18	14.9	11.6	3.3
Rafaela	Santa Fe	20.4	25.2	15	8.3	1.7	18	14.3	11.5	2.8
Reconquista	Santa Fe	21.7	27.2	14	8.7	0.6	18	15.2	13.5	1.7
Rosario	Santa Fe	19.8	25.4	15	7.6	0.8	18	13.7	9.9	3.8

2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas mostraron desvíos negativos respecto de la media en casi toda el área, con excepción del NEA, en donde fueron positivos. Las mínimas, por el contrario, presentaron anomalías positivas en gran parte del país, con diferencias mayores a 3°C en algunas zonas del NOA, Santiago del Estero, oeste de Chaco, centro de Formosa, noreste de Córdoba y noroeste de Santa Fe; y negativas en al centro y sur de la Patagonia.

Asimismo, se registraron heladas en Cuyo y gran parte de la región Pampeana, con mayores frecuencias en el sur de Buenos Aires y de La Pampa.

Década 3
JULIO 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	12.1	15.9	30	3.6	-3.2	23	7.9	7.1	0.8
Bahía Blanca	Buenos Aires	13.1	16.9	31	4.0	-3.6	23	8.5	7.8	0.7
Balcarce	Buenos Aires	12.7	17.0	30	4.7	-1.2	23	8.7	8.3	0.4
Bolívar	Buenos Aires	12.5	17.2	30	4.2	-1.0	23	8.4	7.7	0.7
Bordenave	Buenos Aires	13.0	17.8	30	4.3	-2.6	23	8.6	7.4	1.2
Castelar	Buenos Aires	15.4	21.8	21	7.0	2.7	29	11.2	10.4	0.8
Coronel Suarez	Buenos Aires	12.1	15.4	30	2.8	-4.9	23	7.4	6.1	1.3
Ezeiza	Buenos Aires	15.2	20.6	21	6.4	1.5	23	10.8	10.1	0.7
Junín	Buenos Aires	14.6	19.6	31	6.2	2.0	29	10.4	8.9	1.5
La Plata	Buenos Aires	14.7	19.4	21	5.6	0.3	23	10.1	9.3	0.8
Las Flores	Buenos Aires	13.9	17.5	30	6.0	1.5	23	9.9	8.5	1.4
Mar Del Plata	Buenos Aires	12.6	17.0	31	4.9	-3.0	23	8.8	7.7	1.1
Nueve de Julio	Buenos Aires	14.2	18.6	30	6.7	2.7	23	10.4	8.7	1.7
Pehuajó	Buenos Aires	13.0	17.4	31	5.4	1.0	23	9.2	8.1	1.1
Pigüé	Buenos Aires	11.5	14.6	30	3.4	-1.2	23	7.5	6.3	1.2
San Pedro	Buenos Aires	16.2	23.7	21	7.9	4.8	29	12.0	10.8	1.3
Tandil	Buenos Aires	12.6	15.6	30	3.2	-3.2	23	7.9	6.5	1.4
Tres Arroyos	Buenos Aires	12.6	17.7	30	3.7	-3.4	23	8.2	7.4	0.8
Laboulaye	Córdoba	13.5	20.2	31	5.8	1.5	28	9.6	8.2	1.4
Manfredi	Córdoba	14.2	23.4	21	6.9	1.8	21	10.5	9.0	1.5
Marcos Juárez	Córdoba	14.7	22.5	21	6.2	1.7	29	10.4	9.3	1.1
Pilar	Córdoba	14.4	22.3	21	6.9	5.2	28	10.7	9.7	1.0
Río Cuarto	Córdoba	13.5	21.0	31	4.8	3.1	27	9.2	9.0	0.2
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	17.1	23.6	21	6.9	3.1	29	12.0	11.3	0.7
Concordia	Entre Ríos	17.7	24.0	21	7.8	2.5	29	12.7	12.2	0.5
Gualeguaychú	Entre Ríos	16.1	22.0	21	7.9	3.9	29	12.0	10.9	1.1
Paraná	Entre Ríos	16.8	23.3	21	8.6	3.2	29	12.7	11.4	1.3
Anguil	La Pampa	14.3	18.8	30	3.6	-2.0	28	8.9	7.7	1.2
General Pico	La Pampa	13.9	19.0	30	4.0	-0.5	22	9.0	8.2	0.8
Santa Rosa	La Pampa	13.3	17.2	30	4.5	0.5	23	8.9	7.6	1.3
Ceres	Santa Fe	18.0	27.3	21	9.4	2.6	29	13.7	11.7	2.0
Rafaela	Santa Fe	16.5	25.2	21	8.6	3.0	29	12.5	11.5	1.0
Reconquista	Santa Fe	21.0	26.9	31	11.1	4.8	29	16.1	13.5	2.6
Rosario	Santa Fe	16.2	22.3	21	7.9	2.2	29	12.1	10.3	1.8

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 JULIO 2025

Estaciones meteorológicas		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2025	FMPH	Primera helada 2025	FMPH	Primera helada 2025
Azul	Buenos Aires	18/02	25/03	29/05	29/04	05/04
Bahia Blanca	Buenos Aires	04/04	13/04	21/05	11/05	X
Balcarce	Buenos Aires	01/04	03/05	26/06	05/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	04/04	09/04	29/05	17/05	18/02
Bordenave	Buenos Aires	04/04	19/03	20/05	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	20/05	03/05	24/06	04/06	SD
Coronel Suárez	Buenos Aires	18/02	18/03	20/05	24/04	18/02
Ezeiza	Buenos Aires	20/05	06/05	24/06	08/06	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	04/04	10/04	21/05	09/05	SD
Junín	Buenos Aires	05/04	25/04	29/05	21/05	05/04
La Plata	Buenos Aires	29/05	11/05	26/06	11/06	20/05
Las Flores	Buenos Aires	29/05	15/04	24/06	17/05	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	19/05	16/04	01/06	22/05	19/05
Nueve de Julio	Buenos Aires	29/05	08/05	24/06	05/06	X
Pehuajó	Buenos Aires	28/05	25/04	24/06	23/05	29/05
Pigüé	Buenos Aires	04/04	26/03	28/05	27/04	04/04
San Pedro	Buenos Aires	29/05	04/05	15/06	10/06	SD
Tandil	Buenos Aires	01/04	08/03	05/04	30/04	29/06
Tres Arroyos	Buenos Aires	19/05	20/04	29/05	21/05	X
Laboulaye	Córdoba	04/04	01/05	29/05	27/05	X
Manfredi	Córdoba	04/04	13/04	28/05	07/05	SD
Marcos Juárez	Córdoba	04/04	30/04	29/05	27/05	04/04
Pilar	Córdoba	29/05	07/05	29/05	03/06	29/05
Río Cuarto	Córdoba	28/05	10/05	29/05	05/06	29/05
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	05/04	18/05	10/06	15/06	SD
Concordia	Entre Ríos	29/05	21/05	24/06	14/06	01/06
Gualedaychú	Entre Ríos	29/05	14/05	20/06	11/06	X
Paraná	Entre Ríos	15/06	11/06	30/06	27/06	20/06
Anguil	La Pampa	04/04	27/03	04/04	24/04	SD
General Pico	La Pampa	04/04	23/04	28/05	17/05	04/04
Santa Rosa	La Pampa	04/04	14/04	04/04	11/05	04/04
Ceres	Santa Fe	29/05	22/05	29/05	17/06	29/05
Rafaela	Santa Fe	SD	06/05	SD	05/06	SD
Reconquista	Santa Fe	29/05	12/06	24/06	27/06	X
Rosario	Santa Fe	29/05	07/05	29/05	02/06	29/05

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de primera helada

Primera helada 2025: 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.

ÚLTIMA HELADA JULIO 2025

Estaciones meteorológicas		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Última helada 2025	FMUH	Última helada 2025	FMUH	Última helada 2025
Azul	Buenos Aires	27/07	14/11	23/07	05/10	27/07
Bahia Blanca	Buenos Aires	27/07	03/11	23/07	29/09	X
Balcarce	Buenos Aires	27/07	26/10	23/07	14/09	SD
Bolívar	Buenos Aires	28/07	19/10	23/07	16/09	28/07
Bordenave	Buenos Aires	26/07	07/11	26/07	05/10	SD
Castelar	Buenos Aires	29/07	30/09	-	25/08	SD
Coronel Suárez	Buenos Aires	28/07	23/11	23/07	18/10	26/07
Ezeiza	Buenos Aires	29/07	26/09	-	30/08	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	08/11	-	30/09	SD
Junín	Buenos Aires	29/07	02/10	-	09/09	29/07
La Plata	Buenos Aires	24/07	06/10	-	25/08	29/07
Las Flores	Buenos Aires	23/07	20/10	-	14/09	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	29/07	10/11	24/07	05/10	29/07
Nueve de Julio	Buenos Aires	23/07	21/09	-	28/08	X
Pehuajó	Buenos Aires	28/07	04/10	17/07	14/09	-
Pigüé	Buenos Aires	27/07	12/11	23/07	13/10	28/07
San Pedro	Buenos Aires	18/07	23/09	-	30/08	SD
Tandil	Buenos Aires	29/07	25/11	23/07	18/10	29/07
Tres Arroyos	Buenos Aires	27/07	26/10	23/07	25/09	X
Laboulaye	Córdoba	29/07	02/10	-	08/09	X
Manfredi	Córdoba	21/07	13/10	20/07	24/09	SD
Marcos Juárez	Córdoba	29/07	30/09	18/07	07/09	19/07
Pilar	Córdoba	18/07	17/09	18/07	29/08	19/07
Río Cuarto	Córdoba	17/07	20/09	17/07	30/08	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	18/07	29/09	-	20/08	SD
Concordia	Entre Ríos	29/07	14/09	-	14/08	29/07
Gualedguaychú	Entre Ríos	18/07	21/09	-	22/08	X
Paraná	Entre Ríos	18/07	02/09	-	03/08	-
Anguil	La Pampa	28/07	31/10	28/07	03/10	SD
General Pico	La Pampa	28/07	11/10	22/07	12/09	-
Santa Rosa	La Pampa	28/07	18/10	17/07	20/09	-
Ceres	Santa Fe	29/07	14/09	18/07	23/08	19/07
Rafaela	Santa Fe	29/07	19/09	-	30/08	SD
Reconquista	Santa Fe	18/07	28/08	-	08/08	X
Rosario	Santa Fe	29/07	24/09	-	29/08	29/07

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de última helada

Última helada 2025: fecha en que se registró por última vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera última helada o helada tardía a aquella registrada después 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

FMUH: fecha media de última 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

JULIO 2025

Estaciones meteorológicas		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de mayo				Días con Tmín<2°C
		BASE 5		BASE 10		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	98.9	369.9	9.3	92.0	11
Bahia Blanca	Buenos Aires	123.5	461.1	27.6	140.3	9
Balcarce	Buenos Aires	122.1	487.5	15.7	136.8	6
Bolívar	Buenos Aires	117.5	470.6	14.9	137.9	8
Bordenave	Buenos Aires	111.6	424.6	15.5	121.7	11
Castelar	Buenos Aires	194.5	658.2	59.2	253.3	3
Coronel Suarez	Buenos Aires	85.5	342.6	6.5	84.1	14
Ezeiza	Buenos Aires	196.9	656.8	64.1	260.8	4
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	310.4	SD	92.9	SD
Junín	Buenos Aires	186.6	606.0	57.4	222.3	7
La Plata	Buenos Aires	152.5	566.8	30.7	188.7	5
Las Flores	Buenos Aires	149.6	541.8	26.8	168.6	5
Mar Del Plata	Buenos Aires	119.1	456.5	14.1	122.9	8
Nueve de Julio	Buenos Aires	174.6	614.2	47.3	219.3	3
Pehuajó	Buenos Aires	143.6	559.6	29.0	188.7	7
Pigüé	Buenos Aires	89.8	362.5	9.5	88.4	12
San Pedro	Buenos Aires	230.2	729.9	89.0	315.3	3
Tandil	Buenos Aires	86.6	343.1	2.9	79.1	13
Tres Arroyos	Buenos Aires	126.5	463.1	23.0	141.2	6
Laboulaye	Córdoba	170.4	637.7	47.9	254.7	10
Manfredi	Córdoba	200.3	682.0	67.9	299.9	10
Marcos Juárez	Córdoba	194.9	664.7	65.9	283.9	9
Pilar	Córdoba	213.5	748.8	76.7	334.2	7
Río Cuarto	Córdoba	167.1	641.9	47.2	251.9	6
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	202.6	708.0	67.3	303.0	4
Concordia	Entre Ríos	223.8	781.0	83.5	358.6	3
Gualeguaychú	Entre Ríos	207.8	705.0	70.0	297.1	4
Paraná	Entre Ríos	246.4	809.5	104.8	384.7	4
Anguil	La Pampa	118.9	388.2	21.6	146.6	15
General Pico	La Pampa	145.6	571.1	32.6	207.2	11
Santa Rosa	La Pampa	134.1	522.2	25.6	164.8	9
Ceres	Santa Fe	286.6	915.6	144.5	484.1	6
Rafaela	Santa Fe	262.5	447.4	119.7	170.9	4
Reconquista	Santa Fe	304.8	969.4	160.5	533.7	4
Rosario	Santa Fe	232.1	726.6	93.8	329.3	4

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

MES: grados día acumulados en el mes

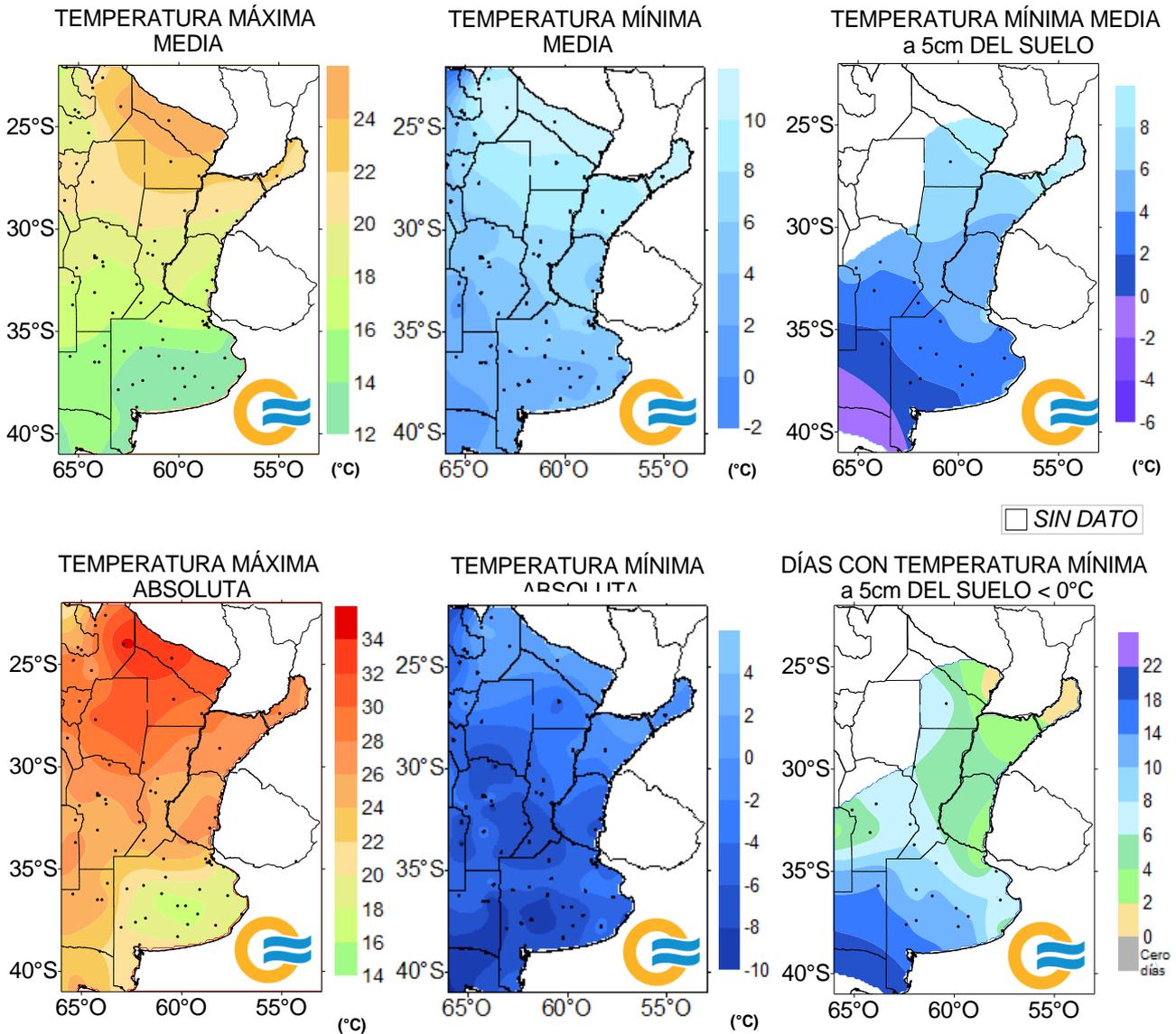
TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos

* Datos faltantes

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

JULIO 2025



3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de precipitación de las distintas décadas del mes de julio de 2025.

3.1 PRIMERA DÉCADA

Se produjeron precipitaciones más abundantes que lo normal en localidades del centro y noroeste de Buenos Aires y en las estaciones de Córdoba, San Luis y Tucumán, destacándose Bolívar, donde se registró un máximo diario de 70.0 mm el día 9 y se acumularon 86.2 mm en la década, distribuidos en 4 días. En el resto del territorio las precipitaciones fueron escasas o nulas, valores que son normales o levemente inferiores a lo normal, tanto en monto como en frecuencia, exceptuando la región del Comahue y el extremo noreste del Litoral, donde estos apartamientos resultan algo más significativos.

Las precipitaciones abundantes del centro-oeste de Buenos Aires recargaron los suelos hasta almacenajes excesivos. El norte y NEA sufrieron desecamientos que dejaron un gradiente de contenido de humedad escaso a óptimo en sentido oeste-este.

Década 1 JULIO 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	38.0	26.5	3	29.0	9
Bahia Blanca	Buenos Aires	11.8	4.4	2	6.0	9
Balcarce	Buenos Aires	14.8	3.5	3	7.5	9
Bolívar	Buenos Aires	86.2	77.8	3	70.0	9
Bordenave	Buenos Aires	10.2	4.1	2	4.8	9
Castelar	Buenos Aires	0.0	-15.6	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	27.0	19.3	2	16.0	6
Ezeiza	Buenos Aires	0.1	-18.1	0	-	-
Junín	Buenos Aires	14.0	4.6	3	8.0	10
La Plata	Buenos Aires	0.0	-24.8	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	14.0	1.0	1	14.0	9
Mar Del Plata	Buenos Aires	16.0	3.1	3	7.0	6
Nueve de Julio	Buenos Aires	39.9	31.1	2	32.0	9
Pehuajó	Buenos Aires	55.7	50.7	2	42.0	9
Pigüé	Buenos Aires	18.0	10.5	2	12.0	6
San Pedro	Buenos Aires	1.5	-9.6	1	1.5	7
Tandil	Buenos Aires	35.5	26.3	3	18.0	9
Tres Arroyos	Buenos Aires	35.0	23.9	3	13.0	8
Laboulaye	Córdoba	17.0	12.3	2	15.0	10
Manfredi	Córdoba	12.0	8.6	1	12.0	10
Marcos Juárez	Córdoba	17.0	13.4	1	17.0	10
Pilar	Córdoba	4.0	1.2	1	4.0	10
Río Cuarto	Córdoba	6.0	1.4	2	4.0	6
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	0.0	-16.6	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	0.0	-20.5	0	-	-
Gualeguaychú	Entre Ríos	0.0	-21.0	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	0.0	-8.4	0	-	-
Anguil	La Pampa	0.8	-3.6	0	-	-
General Pico	La Pampa	0.2	-5.5	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-4.3	0	-	-
Ceres	Santa Fe	0.0	-2.8	0	-	-
Rafaela	Santa Fe	1.0	-4.2	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	6.0	-4.6	1	6.0	7
Rosario	Santa Fe	2.0	-6.0	1	2.0	10

3.2 SEGUNDA DÉCADA

Década 2 JULIO 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	46.0	34.4	2	39.0	15
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.0	-12.5	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	11.9	-4.5	2	6.8	14
Bolívar	Buenos Aires	36.0	25.3	1	36.0	15
Bordenave	Buenos Aires	0.3	-6.3	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	43.5	24.5	2	36.5	15
Coronel Suarez	Buenos Aires	0.5	-9.9	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	30.0	12.0	2	25.0	15
Junín	Buenos Aires	33.0	25.1	2	31.0	15
La Plata	Buenos Aires	18.0	-8.2	2	16.0	15
Las Flores	Buenos Aires	32.0	17.0	2	26.0	15
Mar Del Plata	Buenos Aires	57.0	35.3	2	54.0	15
Nueve de Julio	Buenos Aires	42.0	31.2	1	42.0	15
Pehuajó	Buenos Aires	13.0	6.0	1	13.0	15
Pigüé	Buenos Aires	0.0	-12.9	0	-	-
San Pedro	Buenos Aires	40.8	30.0	2	29.8	16
Tandil	Buenos Aires	63.0	50.4	2	47.0	15
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.1	-17.2	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	38.0	33.3	1	38.0	15
Manfredi	Córdoba	4.1	3.0	2	2.0	11
Marcos Juárez	Córdoba	9.0	5.3	1	9.0	15
Pilar	Córdoba	7.5	6.0	1	7.0	11
Río Cuarto	Córdoba	1.0	-1.5	0	-	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	33.4	14.6	1	31.8	16
Concordia	Entre Ríos	26.6	9.4	3	17.0	16
Gualedaychú	Entre Ríos	50.0	33.0	2	46.0	16
Paraná	Entre Ríos	18.0	7.0	4	7.0	15
Anguil	La Pampa	0.5	-5.8	0	-	-
General Pico	La Pampa	4.1	-0.6	1	4.0	15
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-8.2	0	-	-
Ceres	Santa Fe	4.4	0.5	1	4.0	11
Rafaela	Santa Fe	21.6	18.3	3	17.5	11
Reconquista	Santa Fe	11.0	3.4	1	11.0	16
Rosario	Santa Fe	27.0	21.1	2	20.0	16

Al inicio de esta década, la presencia de un frente estacionario ubicado en el noreste del país, generó algunas precipitaciones en esa región.

A mediados de la segunda década, la presencia de un centro de baja presión sobre el centro del territorio más el avance de un frente frío desde la Patagonia hacia el Litoral, produjeron lluvias y tormentas en el centro del país, Cuyo, Buenos Aires y Litoral. Las precipitaciones más altas registradas el día 15/07 fueron: 54 mm en Mar del Plata, 47 mm en Tandil, 42 mm en Nueve de Julio, 41 mm en Villa Gesell, 39 mm en Azul y 38 mm en Laboulaye y Dolores. La precipitación ocurrida en Laboulaye fue récord diario (el récord previo fue 35.8 mm registrado el 24/07/1985). En tanto el día 16/07 las precipitaciones de mayor volumen que se observaron fueron de 46 mm en Gualeguaychú y 40 mm en Oberá.

En los últimos días de esta década predominaron condiciones de buen tiempo en el centro y norte del territorio, mientras que la Patagonia se registraron algunas precipitaciones.

En total, en estos 10 días, las mayores precipitaciones acumuladas se observan en la región Pampeana, donde además son superiores al promedio 1991-2020.

Se produjo un aumento en el contenido de humedad en el suelo en aquellas zonas donde las precipitaciones superaron al promedio 1991-2020, registrándose excesos hídricos en el centro y este de Buenos Aires y en el sur de Entre Ríos. Persisten las buenas condiciones hídricas edáficas en el este de la zona productora de cultivos de secano.

3.3 TERCERA DÉCADA

Se produjeron lluvias en gran parte del territorio. Las anomalías positivas de precipitación se ubicaron en el NEA, la Mesopotamia, parte del centro del país, sur de Cuyo y casi toda la Patagonia, excepto Tierra del Fuego en donde, al igual que en Buenos Aires y en el este de La Pampa, fueron levemente inferiores al promedio. La frecuencia de días con precipitación estuvo, en general, por encima de lo normal, salvo en la zona noreste de La Pampa y noroeste de Buenos Aires, donde estuvo por debajo de la media (entre 1 y 4 días). De acuerdo con la distribución espacial de las precipitaciones a lo largo del país, se produjo un aumento del contenido de humedad de los suelos en el este de Formosa, el Litoral, centro de Santa Fe, este de Córdoba y la Patagonia; y una disminución principalmente en Buenos Aires. Por lo tanto, el noreste y centro-este del territorio se encuentra en condiciones hídricas que van de comienzo de sequía a excesos, según el índice analizado.

Década 3 JULIO 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	17.0	-0.7	2	12.0	31
Bahia Blanca	Buenos Aires	1.0	-11.5	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	10.6	-11.5	2	8.3	31
Bolívar	Buenos Aires	6.0	-10.2	1	6.0	24
Bordenave	Buenos Aires	1.9	-6.8	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	4.2	-16.1	2	2.0	24
Coronel Suarez	Buenos Aires	6.0	-5.2	1	6.0	24
Ezeiza	Buenos Aires	6.2	-14.5	2	4.0	24
Junín	Buenos Aires	11.0	-1.4	2	8.0	26
La Plata	Buenos Aires	23.0	-4.7	2	12.0	31
Las Flores	Buenos Aires	6.1	-15.8	1	5.0	24
Mar Del Plata	Buenos Aires	19.4	-3.8	2	16.0	31
Nueve de Julio	Buenos Aires	4.0	-14.1	1	4.0	31
Pehuajó	Buenos Aires	0.0	-11.8	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	2.0	-9.0	1	2.0	24
San Pedro	Buenos Aires	2.1	-7.5	1	1.8	26
Tandil	Buenos Aires	11.0	-8.3	2	8.0	31
Tres Arroyos	Buenos Aires	15.0	0.7	2	12.0	31
Laboulaye	Córdoba	3.9	-0.2	1	3.0	23
Manfredi	Córdoba	5.6	2.4	1	4.5	26
Marcos Juárez	Córdoba	62.0	56.8	3	28.0	23
Pilar	Córdoba	5.7	3.9	1	5.0	26
Río Cuarto	Córdoba	7.0	5.1	1	6.0	26
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	69.3	49.3	2	57.3	27
Concordia	Entre Ríos	49.2	31.6	3	28.0	27
Gauleguaychú	Entre Ríos	44.0	25.5	3	39.0	27
Paraná	Entre Ríos	53.0	41.8	3	20.0	23
Anguil	La Pampa	0.0	-6.5	0	-	-
General Pico	La Pampa	0.0	-6.9	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-6.3	0	-	-
Ceres	Santa Fe	20.6	18.9	4	6.0	23
Rafaela	Santa Fe	23.3	18.5	2	17.5	26
Reconquista	Santa Fe	14.0	8.1	3	9.0	23
Rosario	Santa Fe	41.3	32.2	3	27.0	26

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

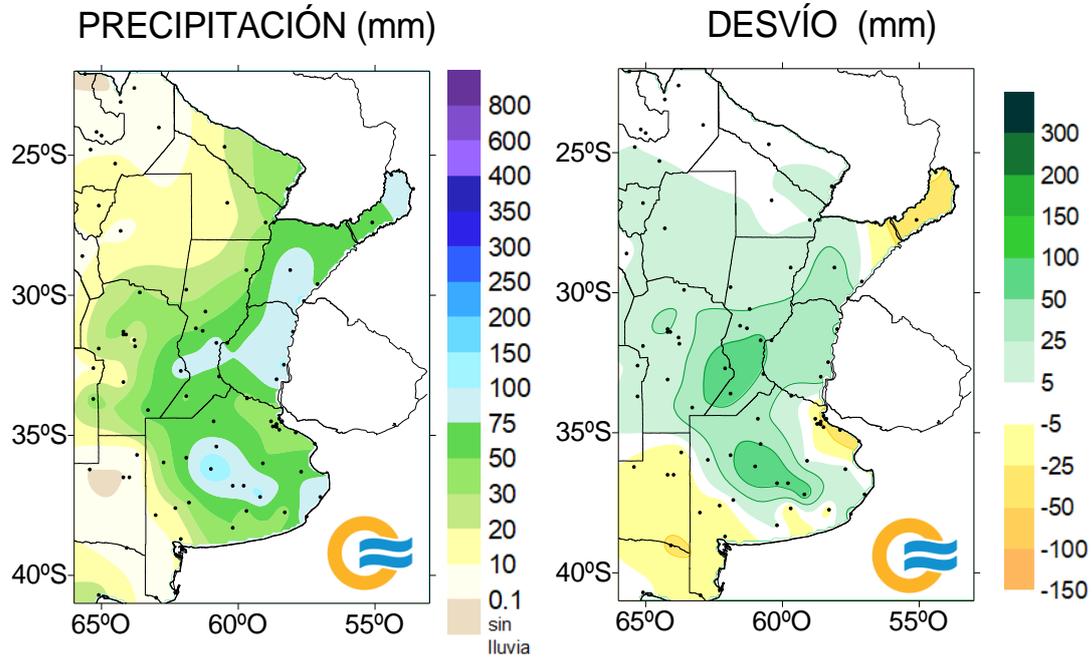
DLLu: días con precipitación > 1 mm

DN: desvío del promedio

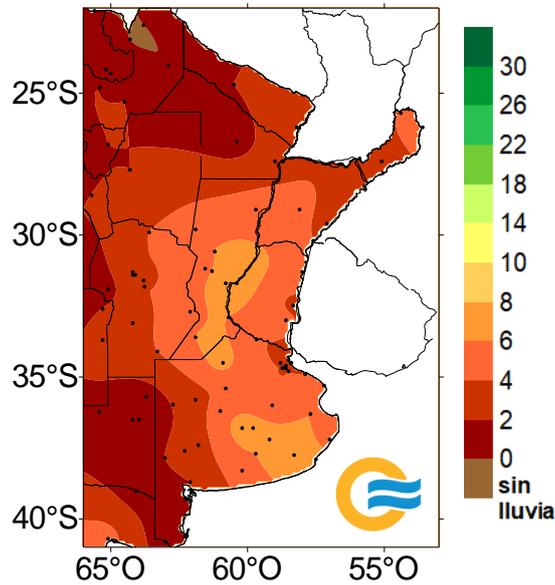
DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

JULIO 2025

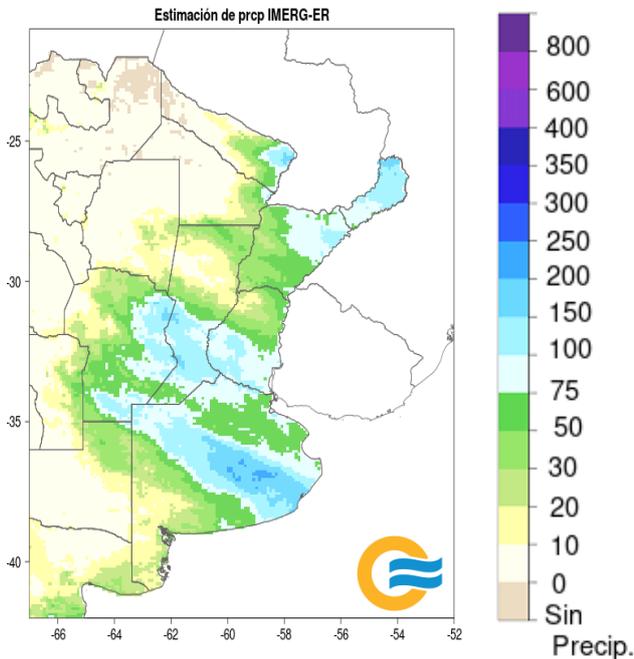


DÍAS CON PRECIPITACIÓN

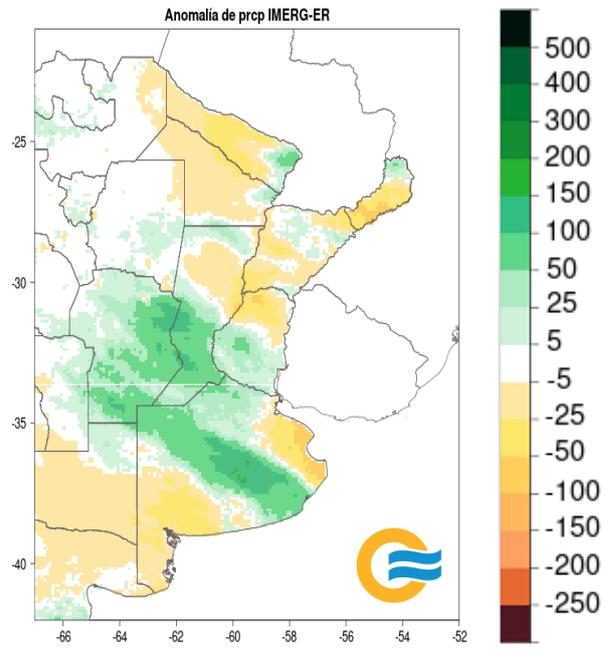


PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER JULIO 2025

PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)



ANOMALÍA DE PRECIPITACIÓN (mm)
RESPECTO AL PROMEDIO 2001-2020



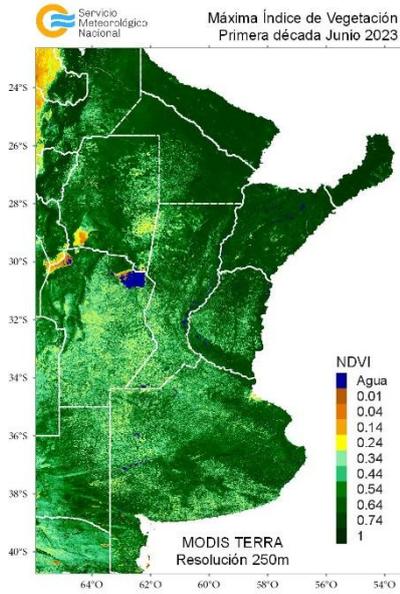
4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

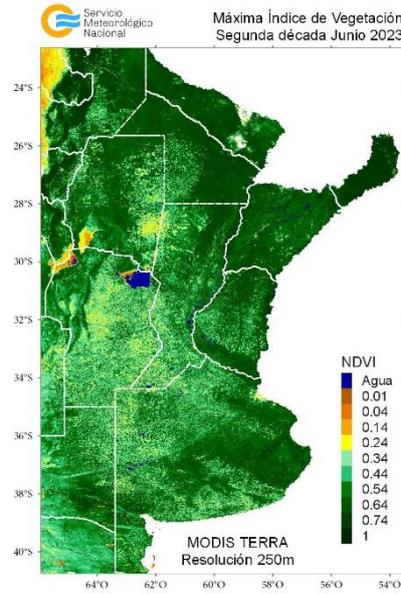
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de junio y julio de 2025. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. A medida que avanzan las décadas se observa una disminución del vigor de la vegetación en gran parte de la zona productora de secano, en parte asociado a la cosecha de los cultivos de verano y a la siembra de cultivos de invierno.

JUNIO 2025

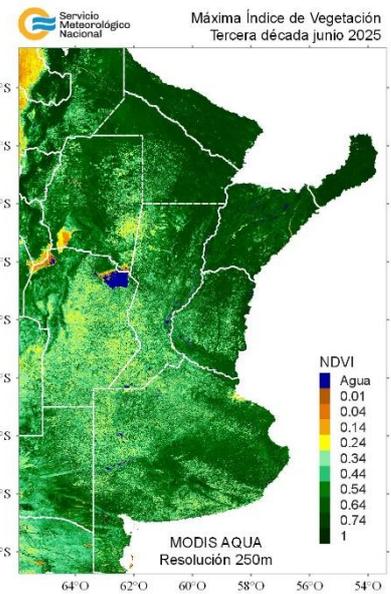
DÉCADA 1



DÉCADA 2

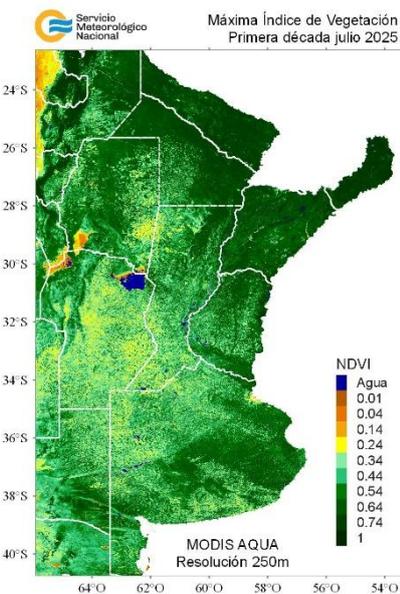


DÉCADA 3

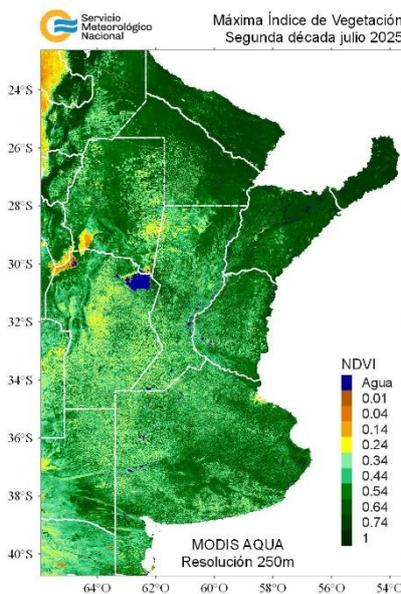


JULIO 2025

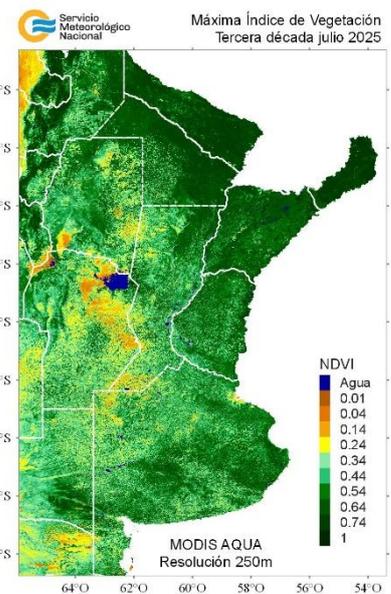
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



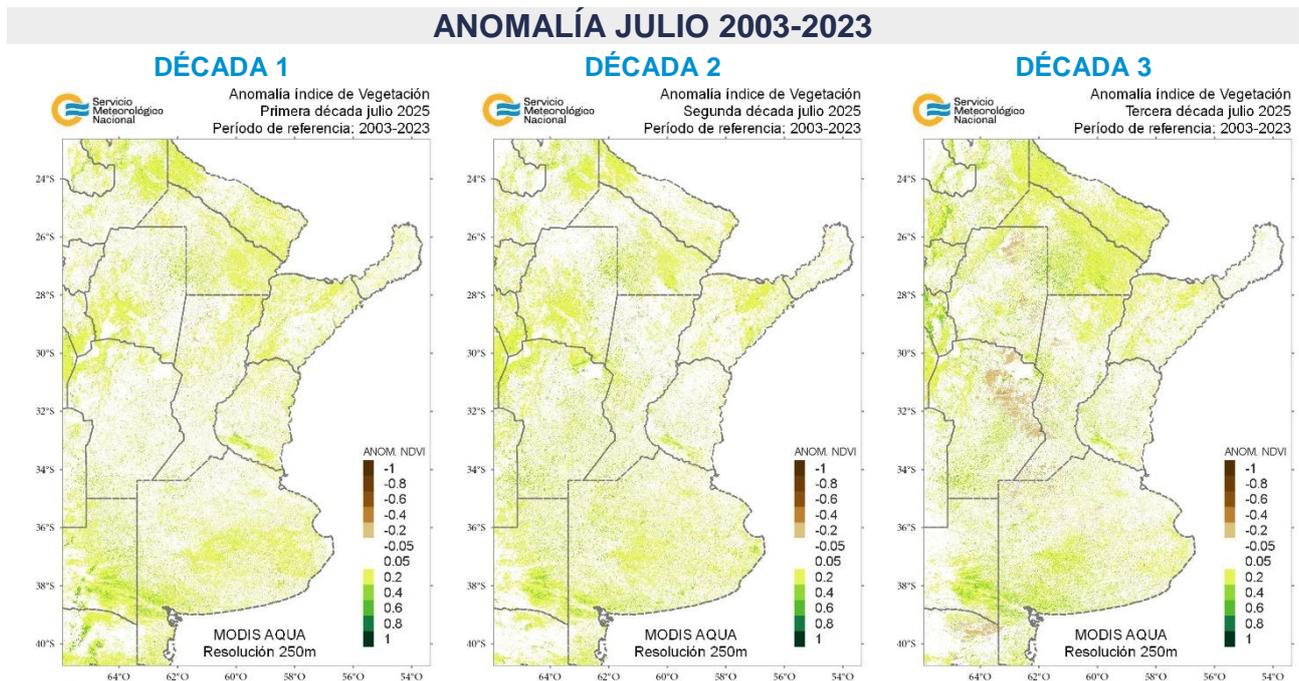
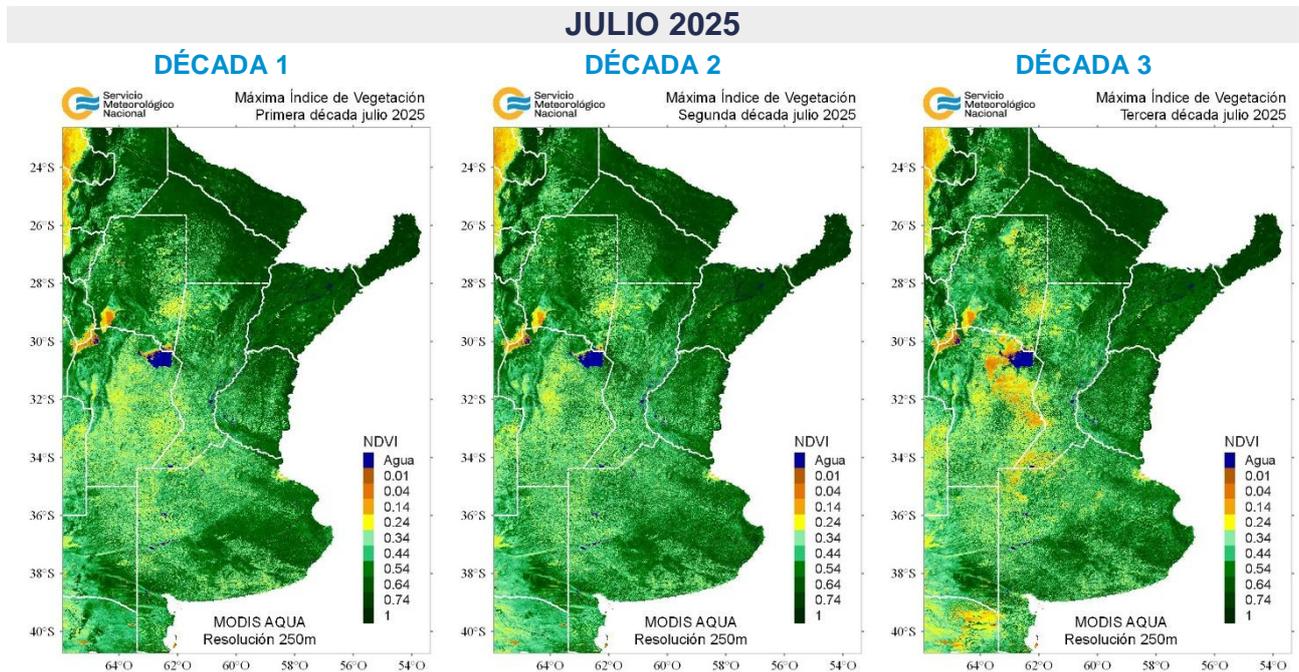
4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

En los siguientes mapas se presenta los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de julio de 2025 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.

JULIO 2025

En la mayoría de la zona de cultivos de secano la anomalía es positiva; los desvíos negativos respecto a los 20 años previos se registran en el este de Santiago del Estero y de Córdoba.



4.3. HUMEDAD DEL SUELO

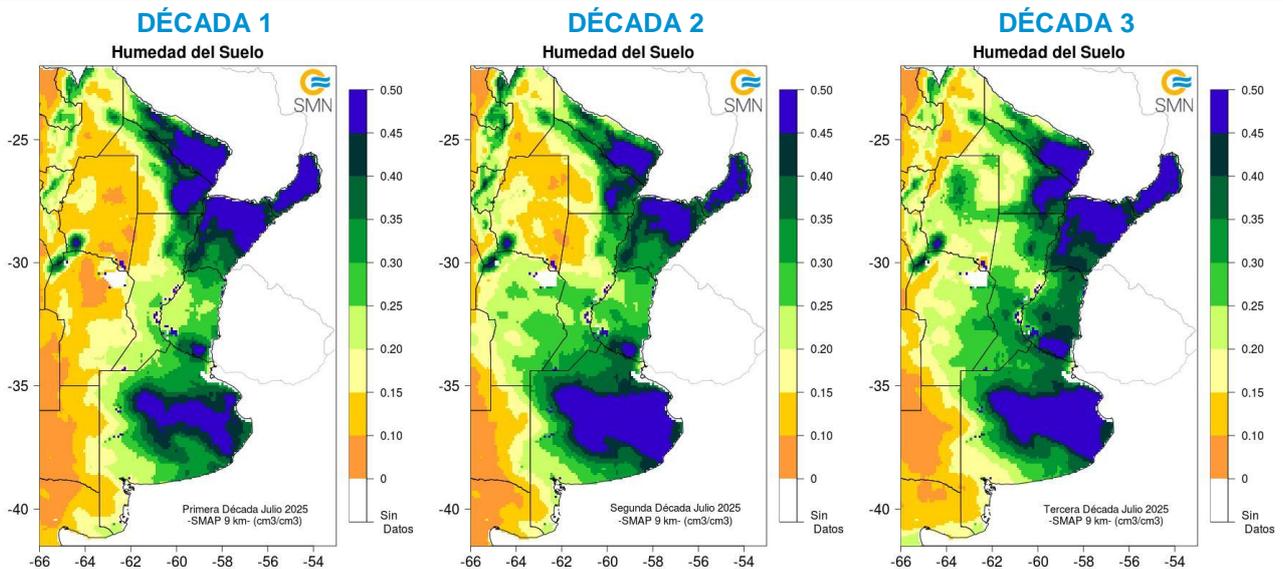
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de 5 cm.

Los valores de la estimación son una representación de 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).

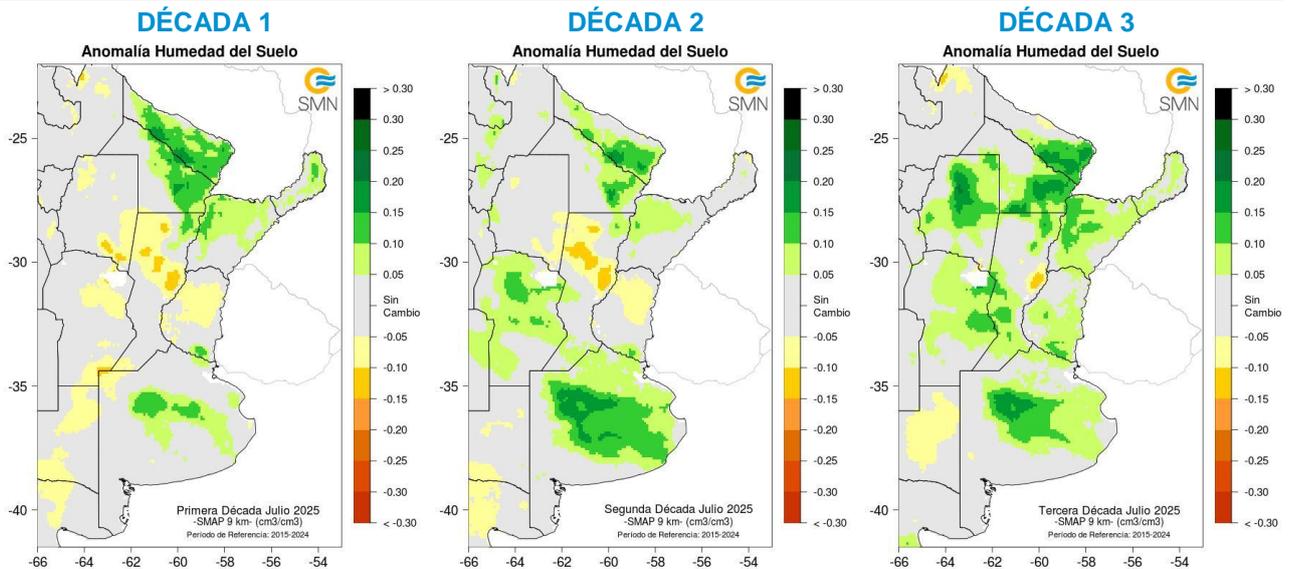
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2025 respecto al periodo 2015-2024, para cada década.

Como consecuencia de las precipitaciones ocurridas, el este de la zona productora de cultivos de secano se mantuvo con excesos hídricos, resultando mayor al contenido de agua promedio 2015-2024.

JULIO 2025 HUMEDAD DEL SUELO



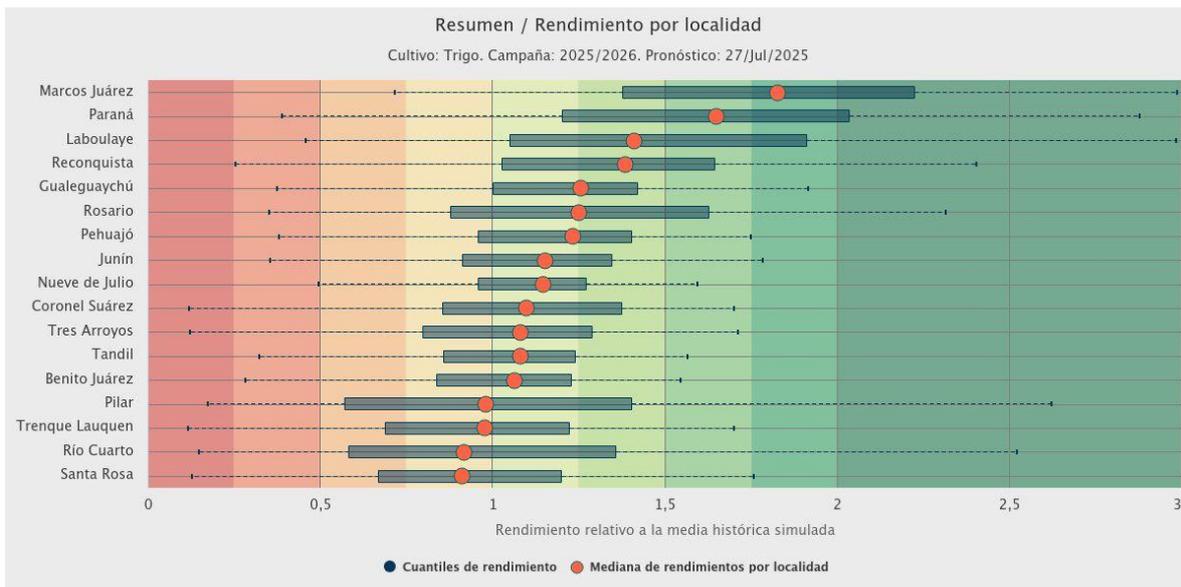
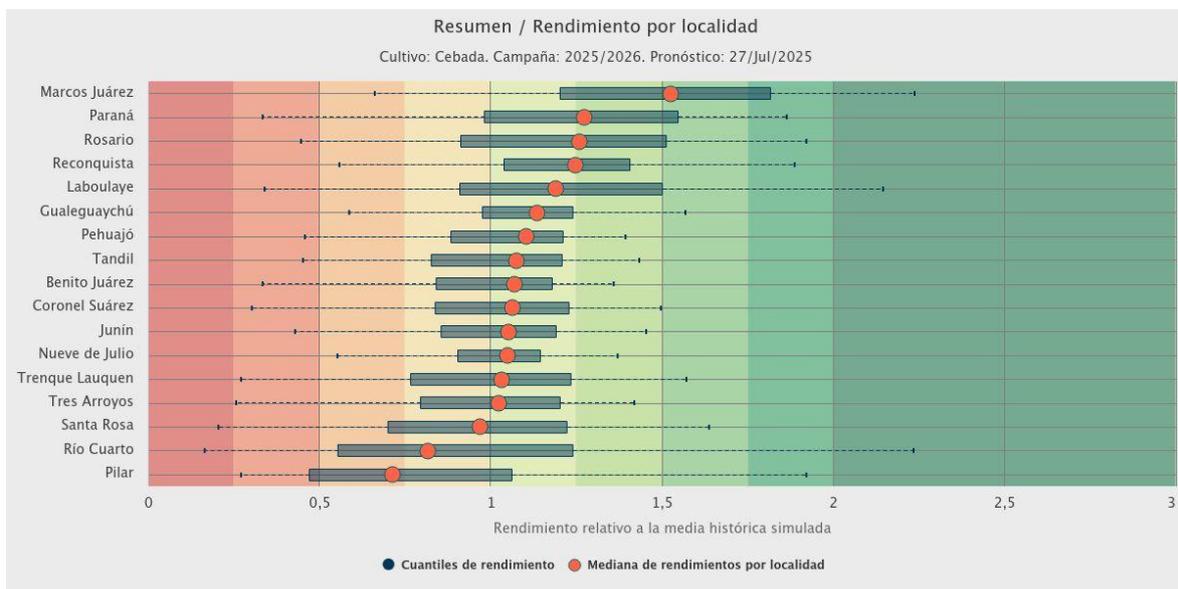
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



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 27/07/2025 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gob.ar/>).

En las figuras a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para la cebada y el trigo en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Se observan rendimientos potenciales de ambos cultivos superiores a la mediana de cada localidad, a excepción de la región V norte y V sur.



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 considerada. 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 absoluta 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.

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.

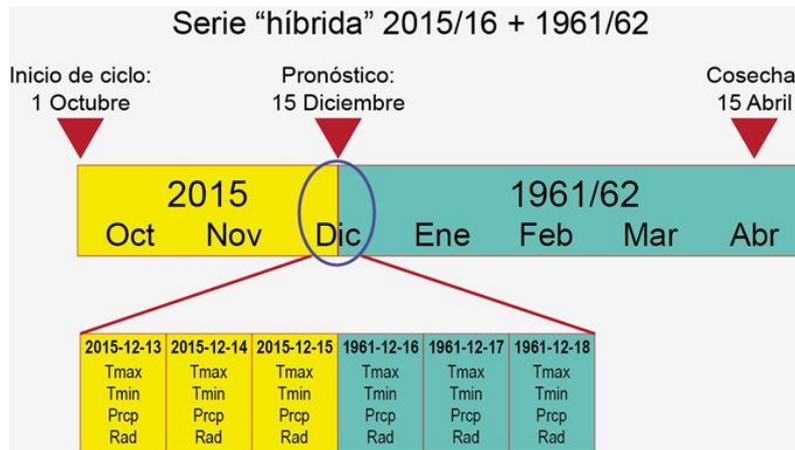


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos.(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

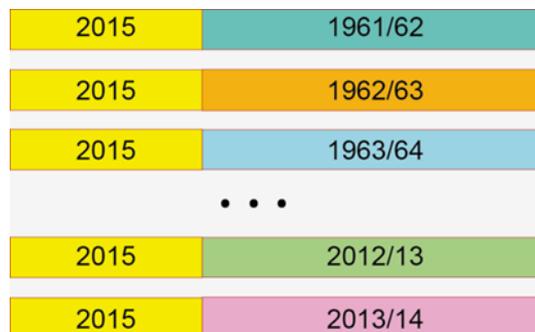


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada.
(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

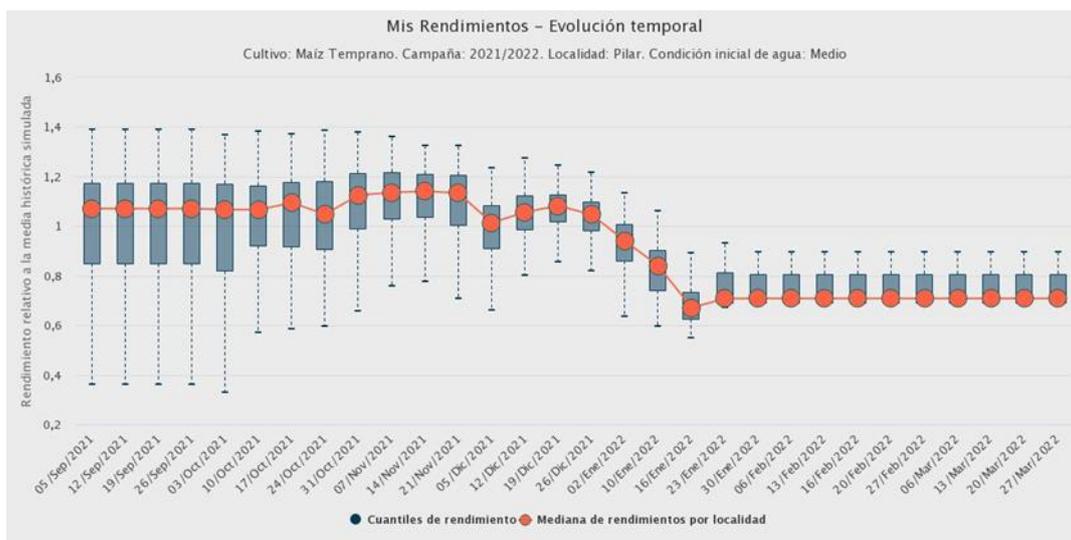


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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.

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 almacenamiento 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.gov.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.

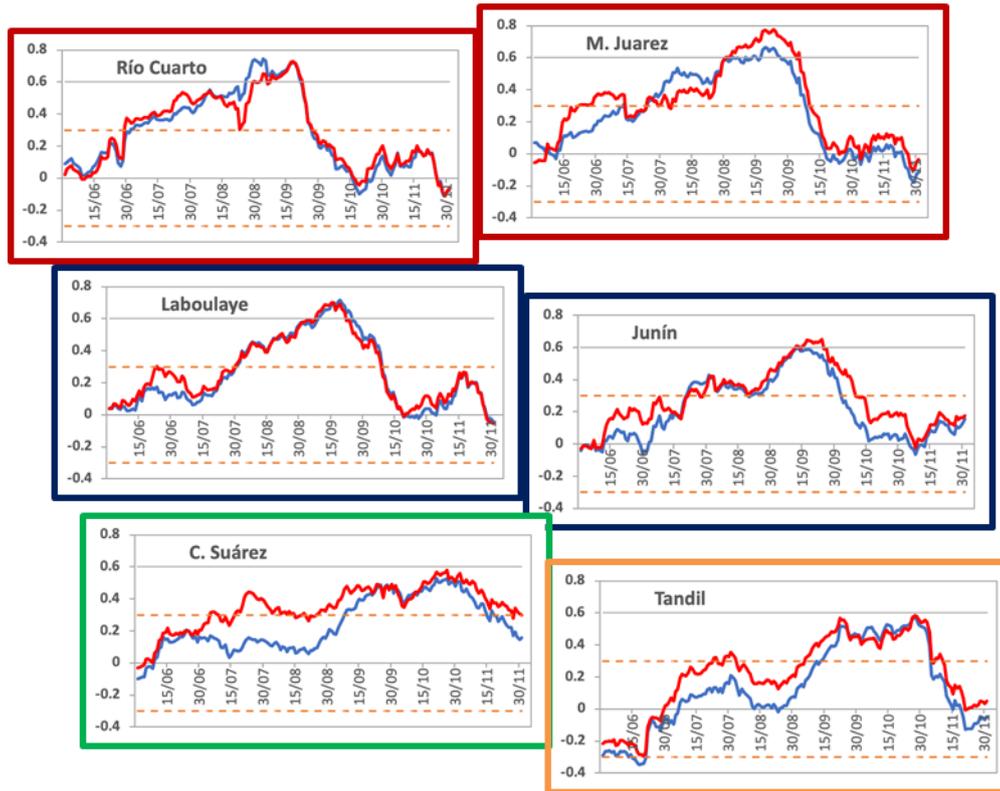


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

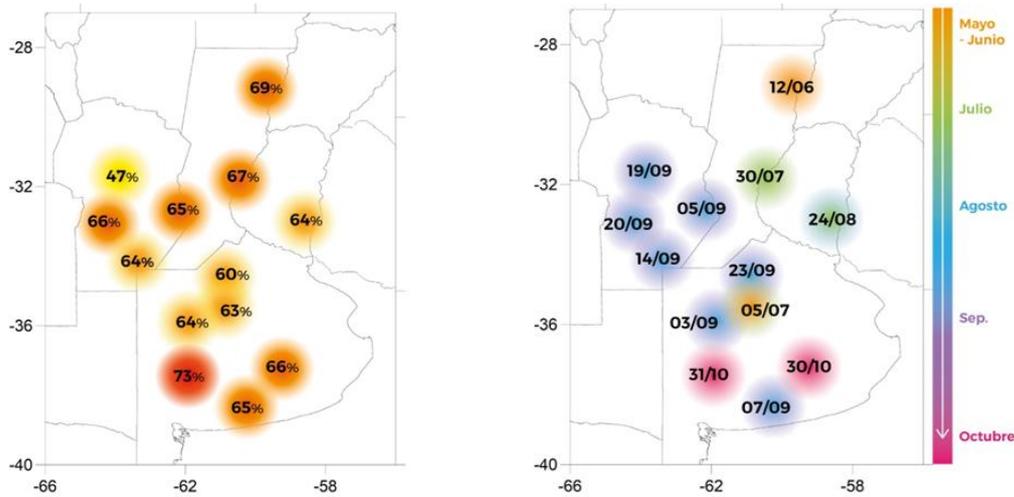


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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).

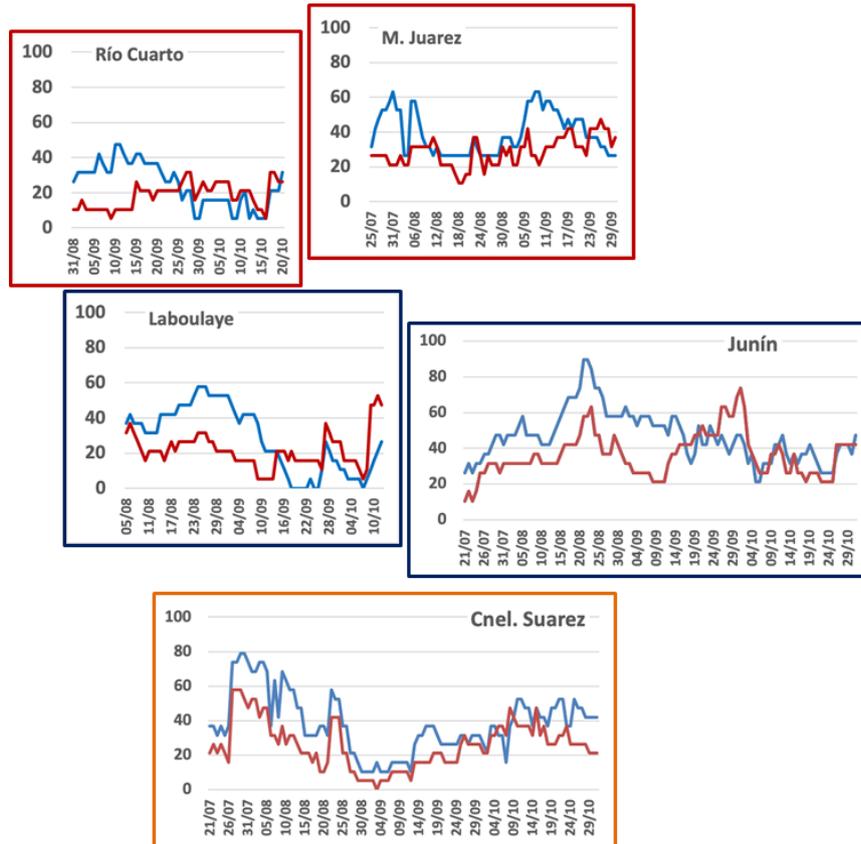


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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.

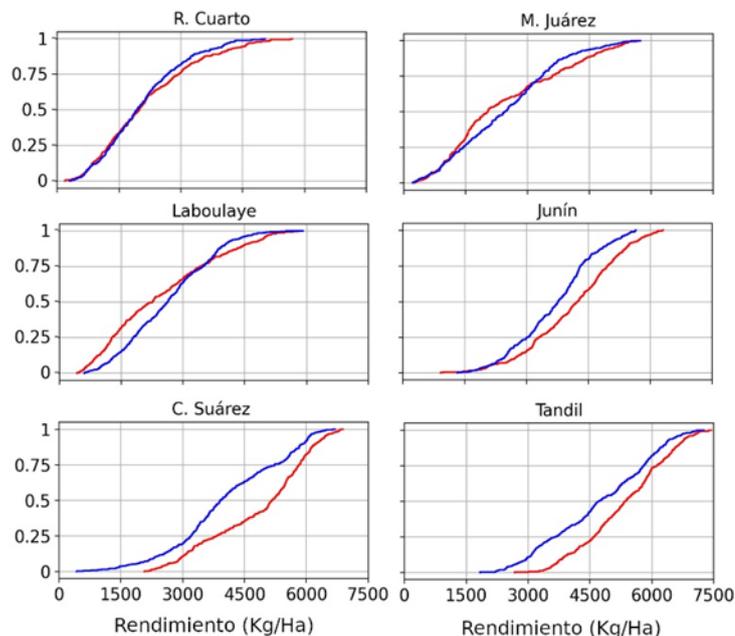


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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, importancia como alimento y consumo. Manual de trigo. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas, Programa Latinoamérica Cono Sur.*
- Bonhauere. 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

