

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

FEBRERO 2025

Volumen II
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 | 6 |
| 2.2 | Temperatura media 2da década | 8 |
| 2.3 | Temperatura media 3da década | 9 |
| 2.4 | Heladas | 11 |
| 2.5 | Grados día | 12 |
| 2.6 | Mapas de temperatura | 13 |
| 2.7 | Índice de temperatura y humedad | 13 |

3

Precipitación

- | | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 3.1 | Precipitación acumulada 1ra década | 17 |
| 3.2 | Precipitación acumulada 2da década | 18 |
| 3.3 | Precipitación acumulada 3ra década | 20 |
| 3.4 | Mapas de precipitación | 22 |

4

Índices satelitales

- | | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Índice normalizado de vegetación | 23 |
| 4.2 | Anomalía del índice normalizado de vegetación | 24 |
| 4.3 | Humedad del suelo | 26 |

5

Pronóstico de rendimiento - ProRindes

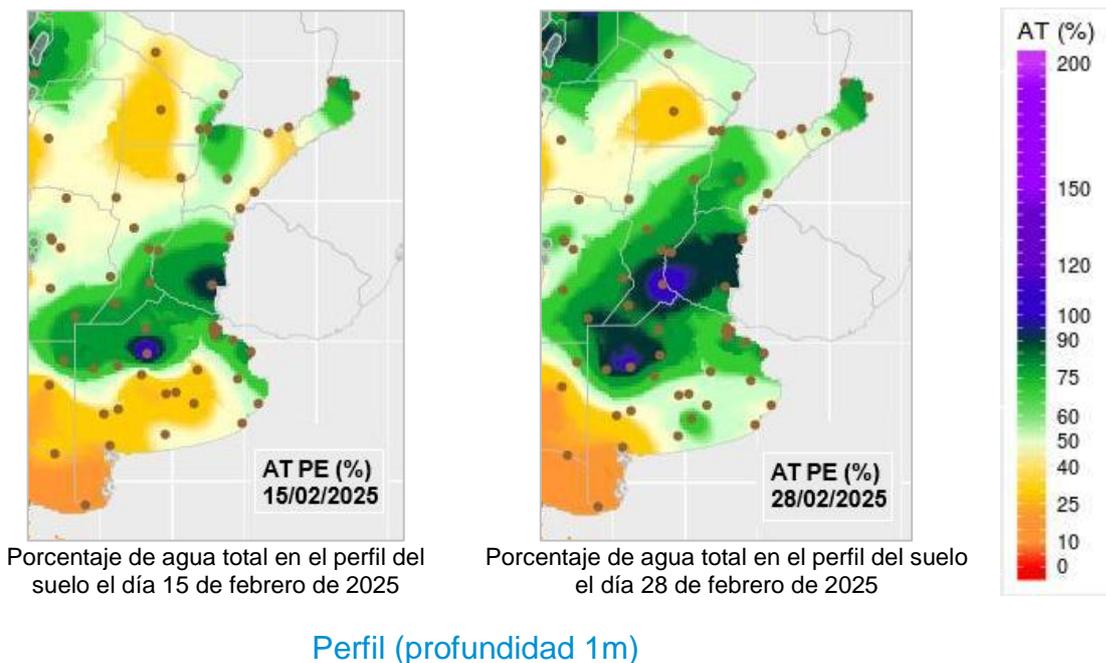
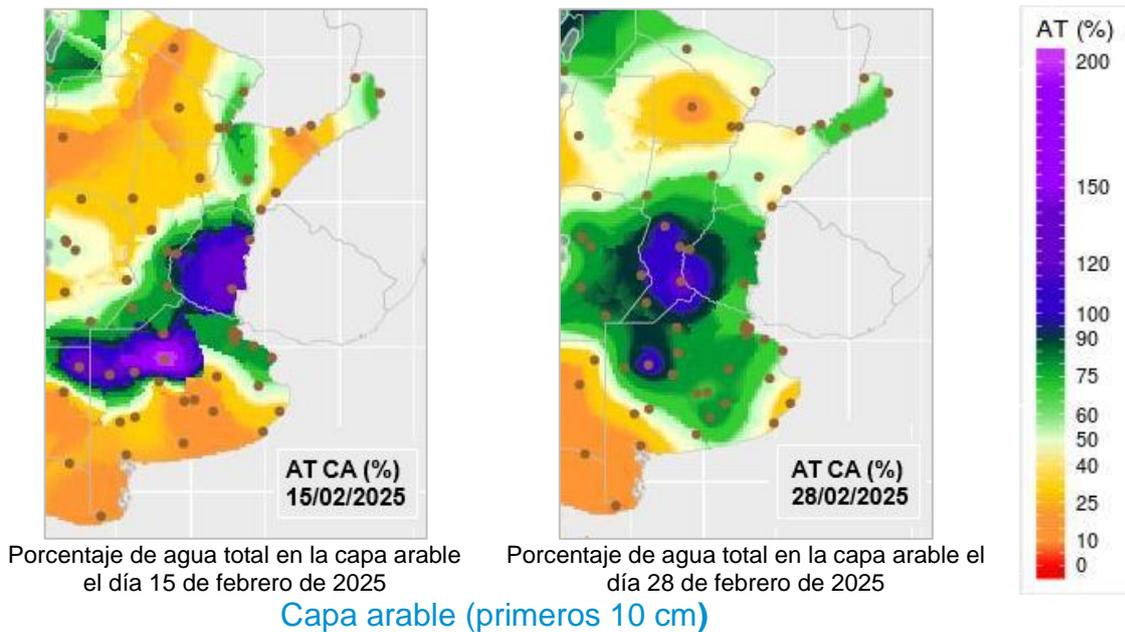
- | | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja
(fecha de inicio: 23/02/2025) | 26 |
|-----|--|----|

Definición y abreviaturas de parámetros empleados 28

Anexo: informe técnico sobre ProRindes 30

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE FEBRERO 2025.

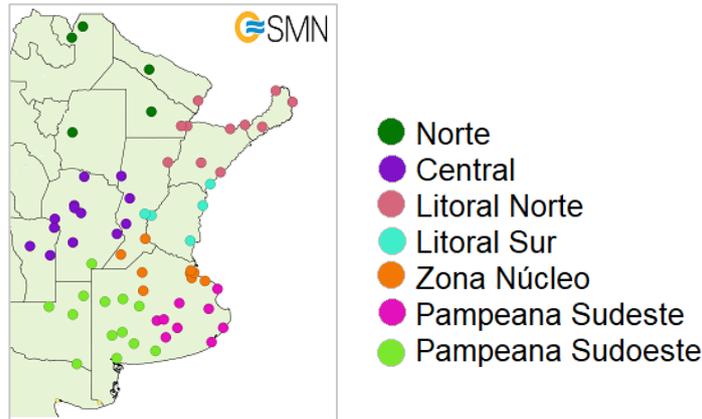
Inició la cosecha de girasol y de las variedades tempranas de maíz en el norte de la región Pampeana. El resto de los lotes de primera ocupación transitan la etapa de llenado de los granos o la madurez. Los maizales de siembra tardía se hallan fenológicamente desde fin del estado vegetativo hasta inicio de llenado de granos. La soja de observa en plena formación de vainas y granos, mientras que los lotes más tardíos se hallan finalizando la fase vegetativa. Comenzó la cosecha de sorgo de manera puntual, mientras el resto de los lotes se encuentran en diferentes etapas, desde floración hasta madurez fisiológica.



Más información en: https://www.smn.gov.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:

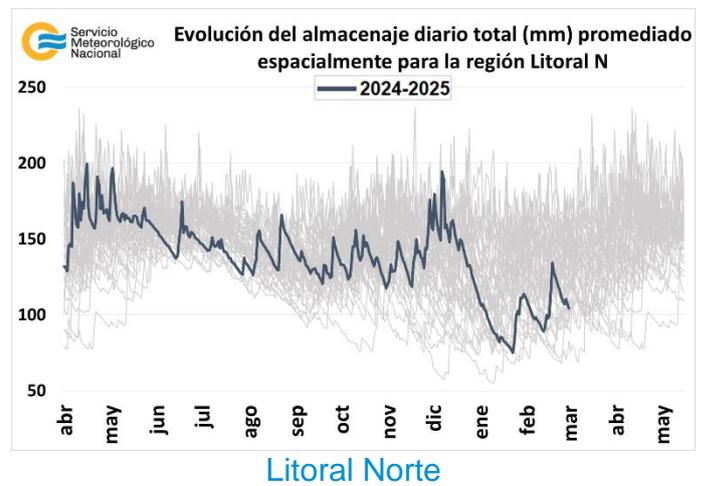
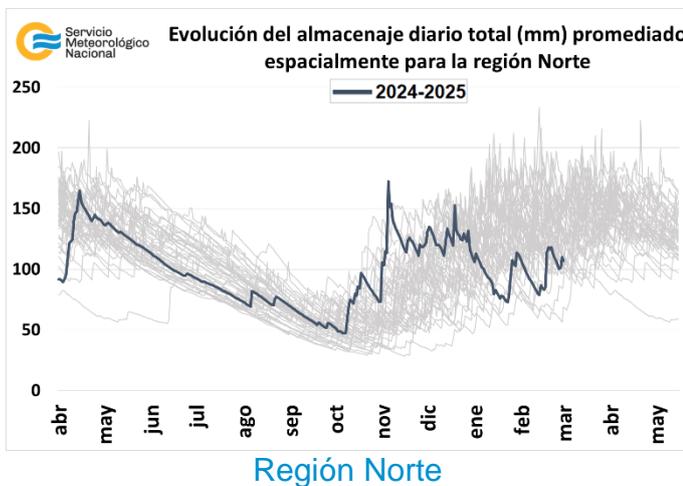


En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

En la región Norte se han registrado precipitaciones, las más abundantes ocurrieron en la segunda década de febrero, produciendo un marcado aumento en el contenido de humedad en el suelo. Sin embargo, el almacenaje de agua edáfico se mantuvo entre los valores más bajos desde 1981.

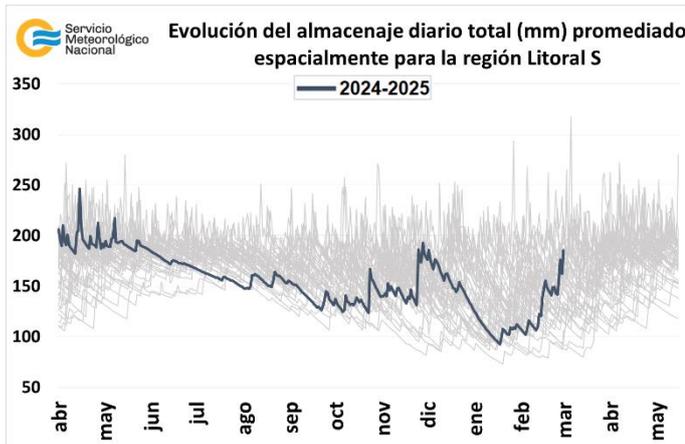
En la zona Litoral Norte las precipitaciones más abundantes se registraron en la segunda década del mes, recargando con humedad el perfil del suelo. En la tercera década se produjo un rápido descenso del almacenaje de agua en el suelo, si bien ocurrieron lluvias, las temperaturas fueron muy elevadas y la evapotranspiración alta.

En el sur del Litoral y en la zona Núcleo las lluvias fueron abundantes y el almacenaje de agua en el suelo fue en aumento a lo largo del mes, registrándose excesos hídricos en algunos sectores.

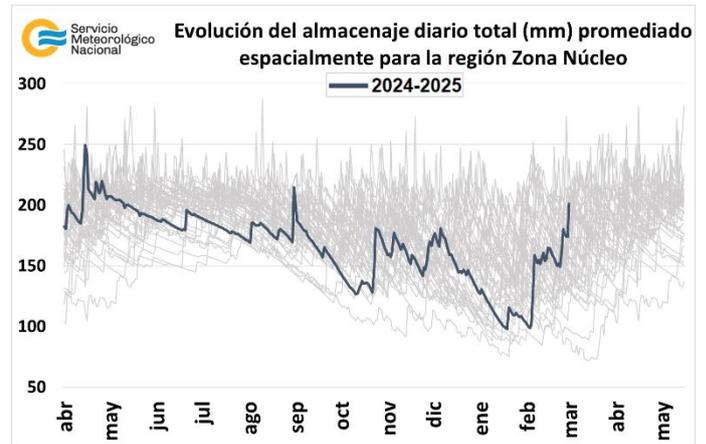


En el sur de la región Pampeana se produjeron precipitaciones a lo largo del mes y las más abundantes ocurrieron en la tercera década de febrero, produciendo un marcado aumento de la humedad en el suelo. Particularmente, en el sudoeste de la pradera Pampeana, en los últimos días del mes el almacenaje de agua en el suelo alcanzó valores que se encuentran entre los más altos de los últimos 44 años.

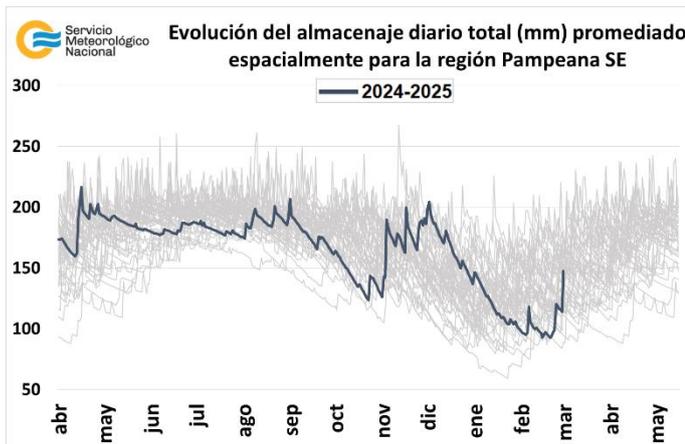
En la región central las lluvias fueron variables espacialmente y produjeron una recarga de humedad en el perfil del suelo.



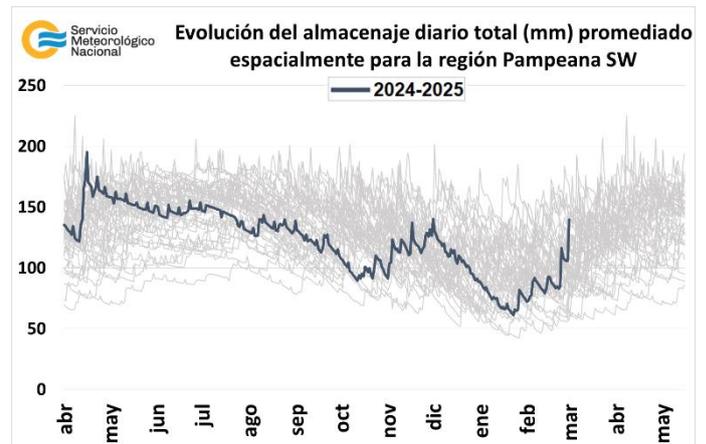
Litoral Sur



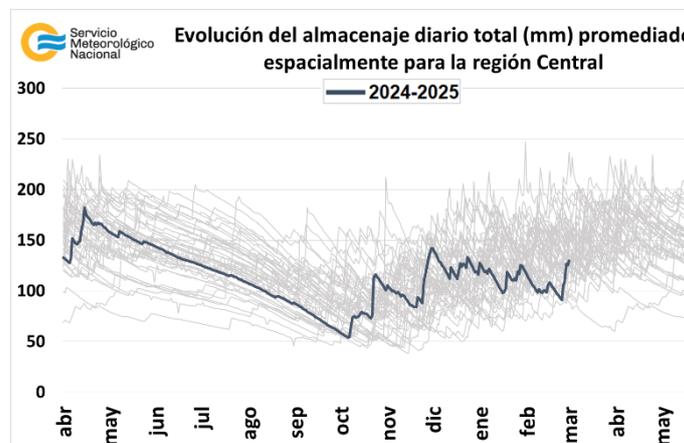
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

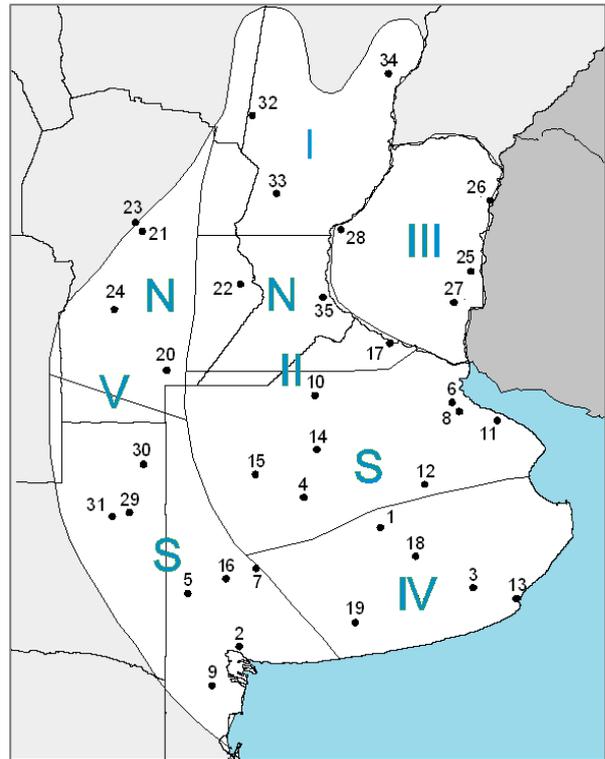


Región Central

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: avanza la cosecha de girasol, favorecida por las altas temperaturas registradas que colaboraron con la pérdida de humedad de los granos. Se observa un aumento de la presencia de chicharrita en el maíz y un incremento del estrés térmico e hídrico, especialmente en las variedades tardías que se hallan en etapa vegetativa. La soja presenta condiciones regulares a malas debido al estrés térmico e hídrico sufrido durante el mes de enero. Comenzó la cosecha de sorgo granífero de forma puntual, mientras que el resto de los lotes de primera siembra alcanzaron la madurez fisiológica y los tardíos se observan transitando el estado vegetativo.

REGIÓN II NORTE: comenzó la cosecha de los primeros maíces sembrados, obteniéndose muy buenos rindes en general. El resto de los lotes tempranos alcanzaron la madurez bajo un estado general de bueno a muy bueno. Los maizales de siembra tardía se hallan en estado de floración o llenado de granos. La soja se observa en etapa de formación de vainas y granos, bajo condiciones regulares debido al estrés térmico e hídrico. El sorgo granífero alcanzó el estado de madurez, bajo condiciones de estrés térmico.

REGIÓN II SUR: los girasoles transita la etapa de llenado de granos o madurez, con un buen estado general. Los más adelantados mostraron una pérdida gradual de humedad en los granos. Inició la cosecha de los maizales de siembra temprana en el noroeste de la región. Los lotes tardíos se hallan en fase de floración o llenado de granos. La soja de primera ocupación se encuentra en estado de floración o llenado de granos, según las zonas. La soja de segunda se visualiza fenológicamente en plena floración. El sorgo granífero transita la etapa de floración o llenado de granos, según la fecha de siembra.

REGIÓN III: avanza la cosecha de girasol y de maíz de primera ocupación, obteniéndose buenos rendimientos. El maíz de siembra tardía se halla en el final de su estado vegetativo o en inicio de panojamiento. La soja de siembra temprana se atraviesa el llenado de los granos, mientras que las variedades tardías se hallan en floración. Comenzó la cosecha de sorgo granífero de manera puntual. El resto de los lotes se observan en diferentes etapas fenológicas, desde floración hasta madurez comercial.

REGIÓN IV: los maizales se observan en diferentes estados de desarrollo afectados por la escasez de precipitaciones y las altas temperaturas registradas.

REGIÓN V NORTE: inició la cosecha de girasol en el sudeste de la región, mientras que, el resto de los lotes transitan la fase de llenado de granos o la madurez, según las zonas. Los maizales de primera siembra se hallan en el final de su ciclo ontogénico, mientras que los de segunda se visualizan en las etapas de floración o llenado de granos. La soja de primera ocupación se observa en estado de formación de vainas y llenado de los granos, mientras que las variedades tardías se hallan en la fase vegetativa de desarrollo. El sorgo granífero transita la fase de floración o llenado de los granos, según las zonas. Comenzó el proceso de picado de aquellos lotes con destino forrajero.

REGIÓN V SUR: los girasoles se transitan las últimas etapas de su ciclo ontogénico. Los maíces de primera siembra alcanzaron la madurez fisiológica, en tanto los más tardíos se hallan fenológicamente en el final del ciclo vegetativo o en inicio de floración. La soja de primera ocupación se observa en estado de formación de vainas y semillas, en tanto las variedades de segunda alcanzaron la floración.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas fueron anómalamente cálidas en el centro y norte del país, observándose desvíos respecto del promedio 1991-2020 de más de 7 °C.

En esta década también las temperaturas máximas superaron los 40 °C en el centro y norte argentino, registrándose un nuevo período con ola de calor entre los días 29/1 y 6/2, las olas más extensas en duración de ocurrieron en las localidades de La Rioja, Catamarca y Tinogasta, con 6 y 8 días de duración.

Además se registraron numerosos récords en temperatura, tanto en las máximas como en las mínimas, los cuales se detallan en las Tablas I y II.

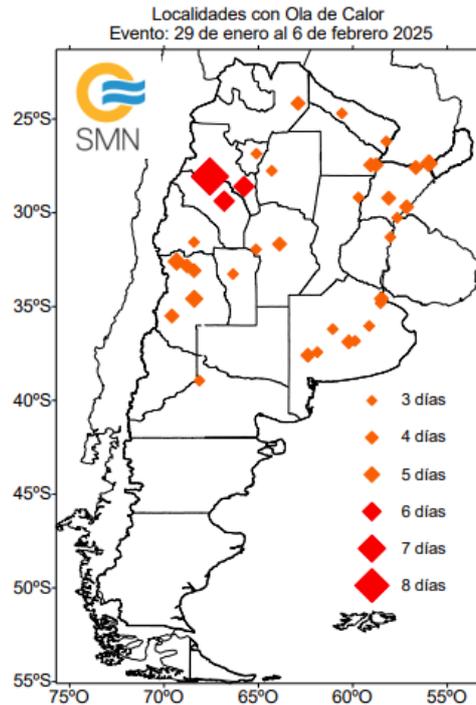


Tabla I. Temperatura mínima (°C) más alta.

Estación	Provincia	Temperatura (°C)	Fecha	Récord anterior	Fecha del récord previo
Mendoza Aero	Mendoza	25,7	7/2/2025	25,7	2/2/2024
Mendoza Obs.	Mendoza	24,5	7/2/2025	24,5	22/2/2019
Pilar Obs.	Córdoba	24,8	8/2/2025	24,8	6/2/2024
Mendoza Aero	Mendoza	26,7	8/2/2025	25,7	2/2/2024
Mendoza Obs.	Mendoza	24,6	8/2/2025	24,5	22/2/2019
Santa Rosa de Conlara	San Luis	24,0	8/2/2025	22,6	17/2/2012
Catamarca Aero	Catamarca	30,8	10/2/2025	30,6	2/2/2003
Chepes	La Rioja	27,5	10/2/2025	27,0	2/2/1973
Córdoba Obs.	Córdoba	27,1	10/2/2025	26,9	12/2/2023
San Luis Aero	San Luis	29,6	10/2/2025	27,6	6/2/2018

Tabla II. Temperatura máxima (°C) más alta.

<i>Estación</i>	<i>Provincia</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Fecha</i>	<i>Récord anterior</i>	<i>Fecha del récord previo</i>
<i>Termas de Río Hondo</i>	Santiago del Estero	39,2	2/2/2025	38,8	3/2/2017
<i>Termas de Río Hondo</i>	Santiago del Estero	41,2	3/2/2025	38,8	3/2/2017
<i>Rafaela Aero</i>	Santa Fe	40,5	3/2/2025	40,5	3/2/2024
<i>Campo de Mayo</i>	Buenos Aires	37,8	3/2/2025	37,6	12/2/1989
<i>Rivadavia</i>	Salta	46,5	4/2/2025	45,0	3/2/2024
<i>Termas de Río Hondo</i>	Santiago del Estero	42,2	4/2/2025	38,8	3/2/2017
<i>Termas de Río Hondo</i>	Santiago del Estero	42,7	5/2/2025	38,8	3/2/2017
<i>Reconquista Aero</i>	Santa Fe	43,5	5/2/2025	42,3	27/2/2022
<i>Concordia Aero</i>	Entre Ríos	41,1	5/2/2025	40,6	19/2/1965
<i>Córdoba Obs</i>	Córdoba	41,7	8/2/2025	41,4	3/2/2024
<i>Pilar Obs</i>	Córdoba	41,2	8/2/2025	40,2	5/2/1972
<i>Sunchales Aero</i>	Santa Fe	41,6	8/2/2025	41,5	3/2/2024
<i>Rafaela Aero</i>	Santa Fe	41,6	8/2/2025	40,5	3/2/2024
<i>La Rioja Aero</i>	La Rioja	44,2	9/2/2025	43,8	3/2/2024
<i>Chepes</i>	La Rioja	41,5	9/2/2025	41,5	2/2/1973
<i>Sunchales Aero</i>	Santa Fe	41,8	9/2/2025	41,5	3/2/2024
<i>Rafaela Aero</i>	Santa Fe	42,0	9/2/2025	40,5	3/2/2024
<i>Tucumán Aero</i>	Tucumán	41,7	10/2/2025	41,6	3/2/2024
<i>La Rioja Aero</i>	La Rioja	45,0	10/2/2025	43,8	3/2/2024
<i>Sauce Viejo Aero</i>	Santa Fe	40,9	10/2/2025	40,9	2/2/2003
<i>Concordia Aero</i>	Entre Ríos	41,8	10/2/2025	40,6	19/2/1965
<i>Uspallata</i>	Mendoza	36,7	10/2/2025	36,0	6/2/2019
<i>San Martín</i>	Mendoza	42,7	10/2/2025	41,3	2/2/2024
<i>San Luis Aero</i>	San Luis	40,7	10/2/2025	39,8	1/2/2024
<i>Rosario Aero</i>	Santa Fe	39,5	10/2/2025	39,5	12/2/2023
<i>Malargüe Aero</i>	Mendoza	36,6	10/2/2025	35,6	2/2/2024
<i>San Fernando Aero</i>	Buenos Aires	37,9	10/2/2025	36,8	2/2/2007
<i>Las Flores Aero</i>	Buenos Aires	39,5	10/2/2025	39,5	12/2/2023
<i>Campo de Mayo</i>	Buenos Aires	38,0	10/2/2025	37,6	12/2/1989
<i>Buenos Aires Obs.</i>	Buenos Aires	38,5	10/2/2025	38,1	12/2/2023
<i>Azul Aero</i>	Buenos Aires	38,1	10/2/2025	37,8	1/2/2007
<i>Olavarría Aero</i>	Buenos Aires	37,5	10/2/2025	37,3	2/2/2024

Década 1 FEBRERO 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	32.7	38.1	10	16.4	11.3	9	24.5	20.5	4.0
Bahía Blanca	Buenos Aires	31.5	38.4	7	17.0	11.4	9	24.3	22.4	1.9
Balcarce	Buenos Aires	31.2	38.7	10	15.8	10.4	9	23.5	20.5	3.0
Bolívar	Buenos Aires	33.5	38.5	10	17.1	12.5	9	25.3	21.2	4.1
Bordenave	Buenos Aires	33.3	36.6	2	17.0	10.4	9	25.2	21.3	3.9
Castelar	Buenos Aires	32.2	37.6	3	20.4	17.8	7	26.3	23.3	3.0
Coronel Suárez	Buenos Aires	31.8	35.5	10	15.9	11.1	9	23.8	SD	SD
Ezeiza	Buenos Aires	33.1	38.5	10	20.5	16.0	6	26.9	23.2	3.7
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	30.5	37.2	2	16.1	9.8	9	23.3	21.6	1.7
Junín	Buenos Aires	32.6	37.1	2	18.3	15.2	6	25.4	21.9	3.5
La Plata	Buenos Aires	31.6	38.1	3	19.4	16.5	6	25.5	22.4	3.1
Las Flores	Buenos Aires	34.0	39.5	10	18.6	14.3	6	26.3	21.8	4.5
Mar Del Plata	Buenos Aires	30.3	39.9	10	17.2	12.0	6	23.8	19.8	4.0
Nueve de Julio	Buenos Aires	33.0	37.5	2	17.3	13.6	5	25.1	22.3	2.8
Pehuajó	Buenos Aires	32.8	37.6	2	18.9	13.4	6	25.8	21.8	4.0
Pigüé	Buenos Aires	31.8	34.7	7	16.8	13.4	9	24.3	20.5	3.8
San Pedro	Buenos Aires	34.6	39.8	3	20.4	17.8	6	27.5	23.3	4.2
Tandil	Buenos Aires	32.5	37.7	10	15.8	9.5	9	24.2	19.8	4.4
Tres Arroyos	Buenos Aires	31.4	35.8	7	16.4	9.4	9	23.9	20.7	3.2
Laboulaye	Córdoba	33.7	38.1	10	19.7	15.8	6	26.7	22.1	4.6
Marcos Juárez	Córdoba	34.9	39.2	8	19.0	15.3	7	26.9	22.4	4.5
Pilar	Córdoba	35.9	41.2	8	21.4	16.5	6	28.7	22.5	6.2
Río Cuarto	Córdoba	35.3	39.9	10	21.0	14.7	6	28.1	21.9	6.2
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	35.3	41.2	10	19.5	14.1	1	27.4	23.9	3.5
Concordia	Entre Ríos	38.6	41.8	10	21.5	19.4	1	30.1	25.0	5.1
Gualeguaychú	Entre Ríos	34.5	39.3	10	20.9	18.0	1	27.7	24.0	3.7
Paraná	Entre Ríos	36.1	40.9	10	21.4	18.3	6	28.8	24.1	4.7
Anguil	La Pampa	33.6	38.1	2	18.8	13.6	9	26.2	21.6	4.7
General Pico	La Pampa	32.5	37.1	10	20.1	16.0	6	26.3	22.5	3.8
Santa Rosa	La Pampa	34.0	36.7	2	18.4	13.2	9	26.2	22.5	3.7
Ceres	Santa Fe	38.7	41.8	10	22.0	18.7	2	30.3	24.8	5.5
Reconquista	Santa Fe	39.4	43.5	5	23.7	18.8	1	31.6	26.0	5.6
Rosario	Santa Fe	34.4	39.5	10	20.2	17.0	6	27.3	23.7	3.6

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas medias, tanto las máximas como las mínimas, resultaron hasta 3 y 4 °C superiores a las normales en el norte del país e inferiores en el sudeste patagónico, mientras que en el noroeste de esta región y en la franja central del territorio mostraron signo contrario en las anomalías, siendo mayoritariamente positivas en el campo de temperaturas máximas y negativas en las temperaturas mínimas.

Esos patrones térmicos se vieron reflejados en la temperatura medida a 5 cm de la superficie del suelo: en el norte de la región analizada alcanzó valores mayores a 20 °C en más de la mitad de los días y en hasta 3 y 4 días se superaron los 25 °C.

Asimismo, se destacan los valores alcanzados el día 18, en el que las estaciones del centro y sur de Buenos Aires llegaron a descender de los 3 °C. En tres de ellas se produjeron heladas, en Benito Juárez con -2 °C y en Coronel Suárez y Bolívar con 0 °C.

Década 2 FEBRERO 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	28.9	34.0	20	10.7	2.3	18	19.8	20.6	-0.8
Bahía Blanca	Buenos Aires	30.2	37.7	19	15.2	6.5	18	22.7	22.4	0.3
Balcarce	Buenos Aires	28.3	34.7	20	12.5	5.5	18	20.4	20.7	-0.3
Bolívar	Buenos Aires	29.1	35.1	20	12.0	3.5	18	20.6	21.2	-0.6
Bordenave	Buenos Aires	30.8	36.1	19	13.0	4.4	18	21.9	21.3	0.6
Castelar	Buenos Aires	28.9	32.9	20	16.8	10.5	18	22.8	23.2	-0.3
Coronel Suárez	Buenos Aires	29.3	34.7	20	10.8	2.9	18	20.1	20.3	-0.2
Ezeiza	Buenos Aires	29.7	33.8	20	16.3	8.0	18	23.0	23.2	-0.2
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	29.3	36.4	19	13.9	8.4	18	21.6	21.8	-0.2
Junín	Buenos Aires	29.3	33.1	20	15.1	8.4	18	22.2	21.7	0.5
La Plata	Buenos Aires	28.0	31.5	20	15.4	7.7	18	21.7	22.4	-0.7
Las Flores	Buenos Aires	29.3	33.5	20	13.9	5.2	18	21.6	21.7	-0.1
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.6	34.5	20	12.0	4.4	18	19.3	20.0	-0.7
Nueve de Julio	Buenos Aires	28.9	33.5	20	14.9	8.9	18	21.9	22.4	-0.5
Pehuajó	Buenos Aires	28.8	35.0	20	14.0	6.0	18	21.4	21.9	-0.5
Pigüé	Buenos Aires	29.1	33.5	19	13.0	5.3	18	21.0	20.7	0.3
San Pedro	Buenos Aires	29.9	33.4	20	17.4	11.0	18	23.6	23.0	0.6
Tandil	Buenos Aires	28.0	34.1	20	10.0	3.6	18	19.0	19.9	-0.9
Tres Arroyos	Buenos Aires	29.3	35.6	20	12.6	5.3	18	21.0	20.9	0.0
Laboulaye	Córdoba	30.7	35.0	20	16.1	10.2	18	23.4	21.9	1.5
Marcos Juárez	Córdoba	30.0	33.9	14	17.4	12.2	18	23.7	22.1	1.6
Pilar	Córdoba	30.0	32.8	11	19.2	13.4	18	24.6	22.1	2.5
Río Cuarto	Córdoba	30.9	34.5	20	17.1	10.7	18	24.0	21.7	2.3
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	29.7	34.1	20	18.6	13.8	19	24.2	23.6	0.6
Concordia	Entre Ríos	31.8	41.0	11	20.2	16.5	19	26.0	24.3	1.7
Gualeguaychú	Entre Ríos	29.1	33.5	20	18.6	14.8	18	23.8	23.6	0.2
Paraná	Entre Ríos	31.3	35.3	11	19.4	15.9	19	25.4	23.6	1.8
Anguil	La Pampa	31.4	38.7	20	14.0	5.5	18	22.7	22.1	0.6
General Pico	La Pampa	29.4	34.7	20	15.7	10.3	18	22.5	22.7	-0.2
Santa Rosa	La Pampa	31.3	37.0	19	14.9	8.5	18	23.1	22.4	0.7
Ceres	Santa Fe	33.9	39.5	11	21.9	17.0	19	27.9	24.2	3.7
Reconquista	Santa Fe	35.1	43.7	11	22.8	19.0	18	28.9	25.2	3.7
Rosario	Santa Fe	29.7	33.3	20	18.1	12.7	18	23.9	23.4	0.5

2.3 TERCERA DÉCADA

Una masa de aire extremadamente cálida se instaló sobre la región centro y norte del país y favoreció a la ocurrencia de temperaturas máximas con desvíos de hasta siete grados por encima de los valores promedio, principalmente en las provincias de Santiago del Estero, Chaco, norte de Santa Fe, Corrientes, norte de Córdoba, noreste de San Luis, La Rioja, Catamarca, Tucumán, este de Salta y este de Jujuy.

Las temperaturas mínimas fueron muy superiores a las normales en Buenos Aires, norte de La Pampa, Santa Fe, Córdoba, Santiago del Estero, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan San Luis y Mendoza. Por otro lado, tanto las temperaturas máximas como las mínimas mostraron anomalías negativas en el sur de la Patagonia.

A nivel del suelo también se observaron temperaturas extremadamente elevadas. En algunas zonas puntuales de la región del Litoral, norte de Córdoba, norte de San Luis y noreste de Mendoza se observaron de 3 a 4 días en los cuales la temperatura mínima de suelo superó los 25°C.

Década 3 FEBRERO 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	30.4	37.3	21	17.8	13.3	27	24.1	19.6	4.5
Bahía Blanca	Buenos Aires	31.7	37.6	22	18.6	13.8	27	25.1	21.3	3.8
Balcarce	Buenos Aires	31.3	37.0	21	19.0	13.3	27	25.1	19.7	5.4
Bolívar	Buenos Aires	31.2	36.5	21	18.9	15.0	27	25.0	20.3	4.7
Bordenave	Buenos Aires	31.0	38.9	22	19.2	15.6	27	25.1	20.4	4.8
Castelar	Buenos Aires	29.9	35.1	21	21.2	19.4	25	25.6	22.6	2.9
Coronel Suárez	Buenos Aires	29.6	36.4	22	17.9	12.7	27	23.7	19.3	4.4
Ezeiza	Buenos Aires	30.6	36.5	21	21.5	19.6	26	26.1	22.5	3.6
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	31.1	37.8	22	17.8	14.9	25	24.5	20.9	3.5
Junín	Buenos Aires	30.7	34.6	21	20.3	17.5	27	25.5	21.3	4.2
La Plata	Buenos Aires	29.1	33.7	21	20.5	19.3	25	24.8	21.8	3.0
Las Flores	Buenos Aires	30.6	37.5	21	19.8	16.0	27	25.3	20.9	4.4
Mar Del Plata	Buenos Aires	30.7	36.6	21	19.2	15.6	27	25.0	19.3	5.7
Nueve de Julio	Buenos Aires	30.6	35.6	21	20.8	17.5	27	25.7	21.7	4.0
Pehuajó	Buenos Aires	31.3	35.5	21	21.0	17.4	27	26.2	21.1	5.1
Pigüé	Buenos Aires	29.6	36.5	22	18.3	13.3	27	23.9	19.4	4.5
San Pedro	Buenos Aires	31.1	36.8	21	21.7	19.4	26	26.4	22.9	3.5
Tandil	Buenos Aires	30.6	36.5	21	18.2	13.4	27	24.4	19.0	5.4
Tres Arroyos	Buenos Aires	30.9	36.8	22	18.7	12.1	27	24.8	19.8	5.0
Laboulaye	Córdoba	32.8	38.5	23	21.5	20.0	27	27.2	21.5	5.7
Marcos Juárez	Córdoba	32.5	36.9	23	22.0	19.2	25	27.2	21.9	5.3
Pilar	Córdoba	33.1	39.3	24	21.7	19.4	25	27.4	21.8	5.6
Río Cuarto	Córdoba	33.8	39.1	23	20.3	17.7	25	27.1	21.5	5.6
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	31.6	35.9	21	22.2	20.5	23	26.9	23.2	3.6
Concordia	Entre Ríos	32.2	35.5	24	22.9	20.3	22	27.5	23.8	3.7
Guauguaychú	Entre Ríos	30.6	34.2	21	22.4	21.0	22	26.5	23.2	3.3
Paraná	Entre Ríos	32.8	37.9	23	23.4	21.0	26	28.1	23.2	4.9
Anguil	La Pampa	32.8	41.5	22	19.8	16.8	27	26.3	21.5	4.8
General Pico	La Pampa	32.1	38.2	22	20.9	17.8	27	26.5	21.9	4.6
Santa Rosa	La Pampa	32.4	41.4	22	19.7	16.3	26	26.0	21.5	4.5
Ceres	Santa Fe	37.0	42.8	24	25.1	21.4	27	31.1	24.0	7.1
Reconquista	Santa Fe	37.3	39.2	24	24.8	22.0	27	31.1	24.9	6.2
Rosario	Santa Fe	31.6	36.8	23	22.2	20.1	24	26.9	23.0	3.9

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

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.

2.5 GRADOS DÍA

FEBRERO 2025

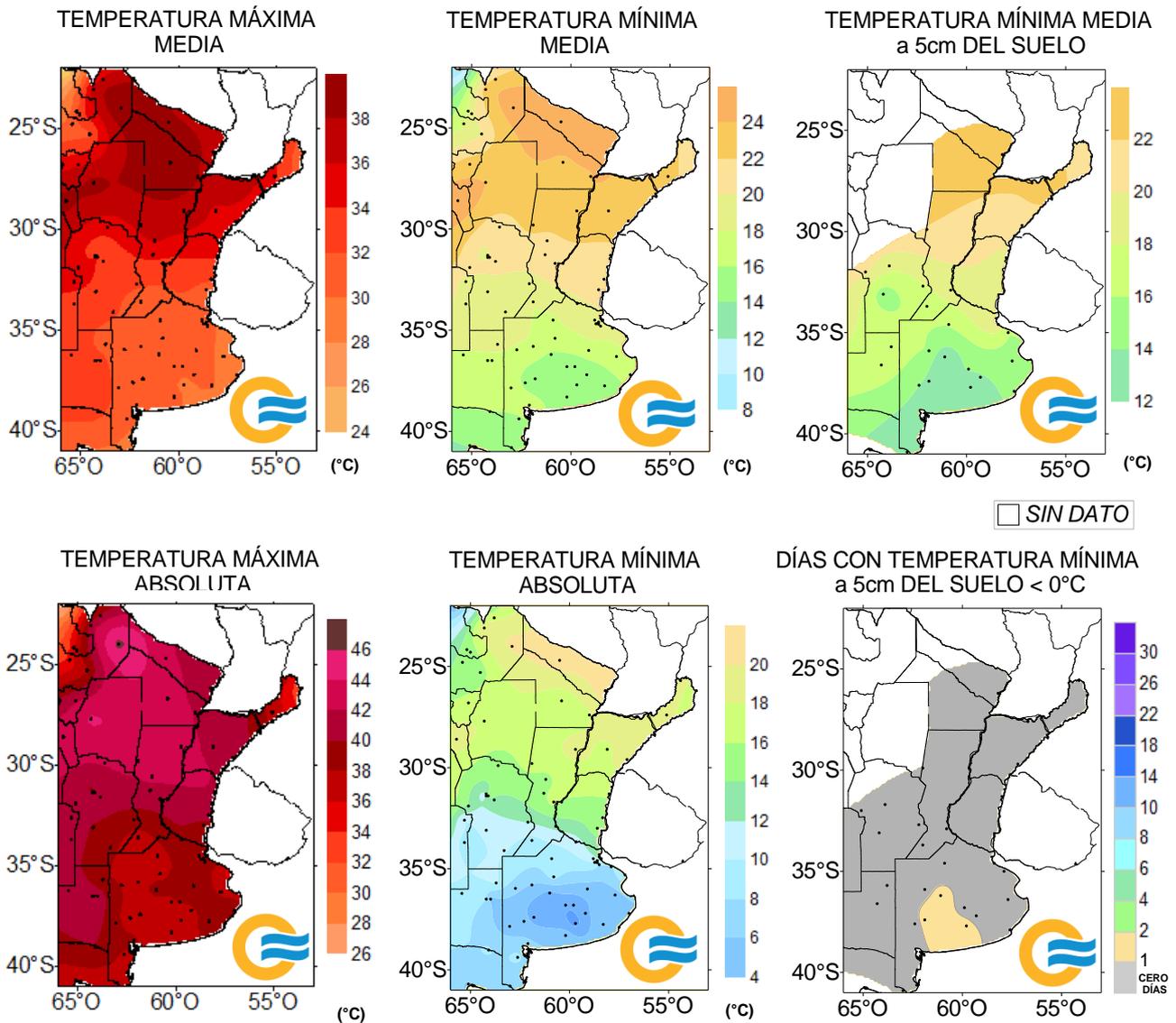
Estaciones meteorológicas		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de octubre				Días con Tmáx>30°C
		BASE 10		BASE 13		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	355.4	1463.9	272.1	1021.4	17
Bahía Blanca	Buenos Aires	390.9	1708.6	306.9	1264.1	18
Balcarce	Buenos Aires	360.0	1467.5	276.0	1025.8	15
Bolívar	Buenos Aires	378.8	1604.4	294.8	1158.1	17
Bordenave	Buenos Aires	391.5	1773.5	307.5	1326.9	19
Castelar	Buenos Aires	416.0	1912.0	332.0	1459.6	14
Coronel Suarez	Buenos Aires	349.2	1465.9	265.2	1026.4	16
Ezeiza	Buenos Aires	426.8	1878.5	342.8	1427.3	18
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	364.6	1615.7	280.6	1173.4	15
Junín	Buenos Aires	400.0	1796.3	316.0	1343.5	19
La Plata	Buenos Aires	390.4	1668.5	306.4	1218.3	11
Las Flores	Buenos Aires	400.9	1651.9	316.9	1203.4	18
Mar Del Plata	Buenos Aires	350.0	1290.6	266.6	858.0	13
Nueve de Julio	Buenos Aires	395.8	1750.9	311.8	1297.9	17
Pehuajó	Buenos Aires	401.8	1775.6	317.8	1324.8	16
Pigüé	Buenos Aires	365.2	1548.0	281.2	1108.8	15
San Pedro	Buenos Aires	442.6	1982.4	358.6	1530.6	20
Tandil	Buenos Aires	347.0	1355.7	263.9	919.5	15
Tres Arroyos	Buenos Aires	366.9	1520.5	282.9	1080.3	16
Laboulaye	Córdoba	438.3	1952.7	354.3	1499.7	20
Marcos Juárez	Córdoba	444.0	1937.1	360.0	1484.1	20
Pilar	Córdoba	471.7	2067.0	387.7	1614.0	19
Río Cuarto	Córdoba	457.5	2009.1	373.5	1556.1	22
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	450.9	1979.9	366.9	1527.6	20
Concordia	Entre Ríos	500.9	2136.6	416.9	1683.6	23
Gauleguaychú	Entre Ríos	446.6	1995.9	362.6	1543.6	17
Paraná	Entre Ríos	485.7	2137.3	401.7	1684.3	22
Anguil	La Pampa	419.0	1882.3	335.0	1435.7	19
General Pico	La Pampa	420.3	1933.8	336.3	1481.1	18
Santa Rosa	La Pampa	421.8	1900.1	337.8	1448.2	20
Ceres	Santa Fe	550.9	2311.2	466.9	1858.2	28
Reconquista	Santa Fe	573.5	2369.4	489.5	1916.4	26
Rosario	Santa Fe	447.2	2005.8	363.2	1552.8	19

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

FEBRERO 2025



2.7 MONITOREO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

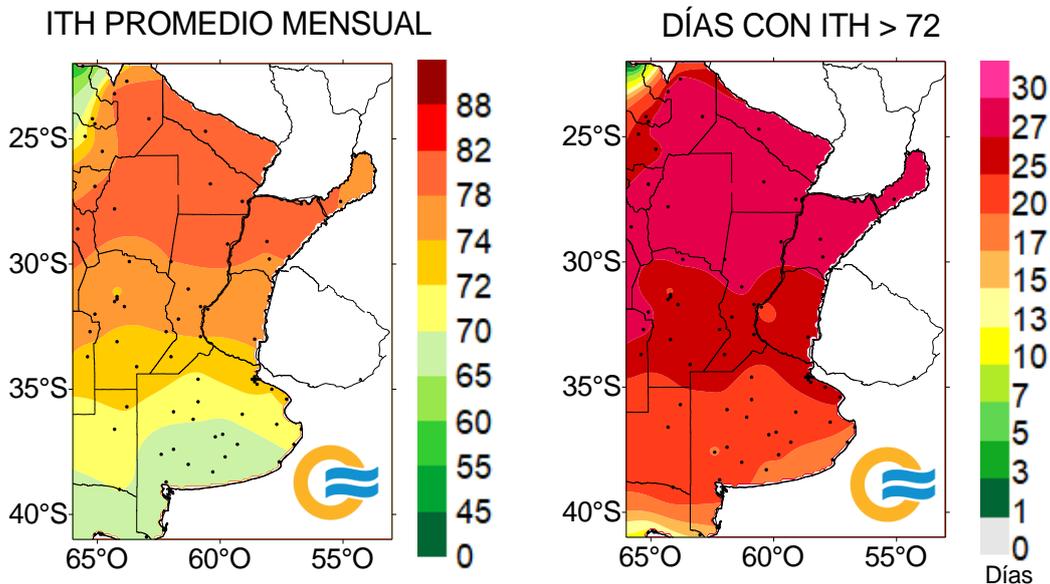
El ITH* es un índice biometeorológico que permite cuantificar el estrés calórico a través de la temperatura y la humedad del aire. Este índice puede ser utilizado para el ganado vacuno, caprino, etc. En particular lo aplicamos a las vacas lecheras, donde se ha establecido que la zona de confort térmico para el bienestar animal toma valores de ITH entre 35 y 70 y se ha determinado un valor crítico de 72. El riesgo aumenta cuando se observa persistencia con condiciones ambientales que generan estrés para el ganado, sin que cuente con horas para recuperarse del estrés de manera natural.

En función de este nivel, se han caracterizado distintas categorías de estrés calórico según la magnitud del ITH:

- 1- **mayor a 72** la producción de leche comienza a ser afectada.
- 2- **alerta, ITH entre 74 - 78**, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales.
- 3- **peligro, ITH entre 78 – 82**, la productividad de los animales es altamente disminuida y es necesario tomar medidas de protección como enfriamiento o dietas adecuadas.
- 4- **emergencia, ITH de valores mayores a 82**, puede ocurrir la muerte de los animales, por lo que todas las medidas para el enfriamiento de los animales son recomendadas.

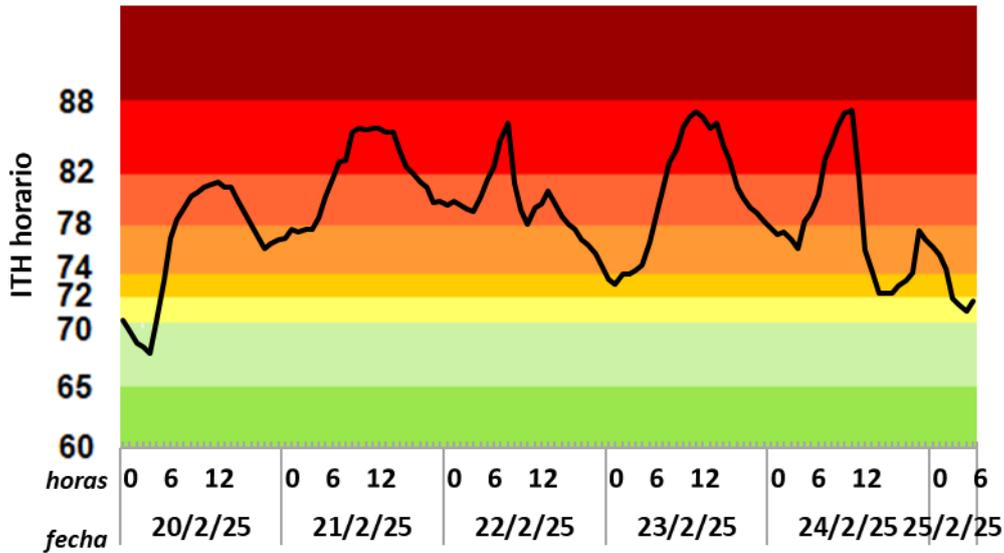
Durante febrero, el centro y norte del país se encontró bajo la influencia de una masa de aire extremadamente cálido y con elevada humedad, que generó el aumento de las temperaturas desarrollándose eventos de olas de calor. En consecuencia, esto también se reflejó en el índice de temperatura y humedad, el cual superó el umbral de 72 en más de 30 días.

FEBRERO 2025

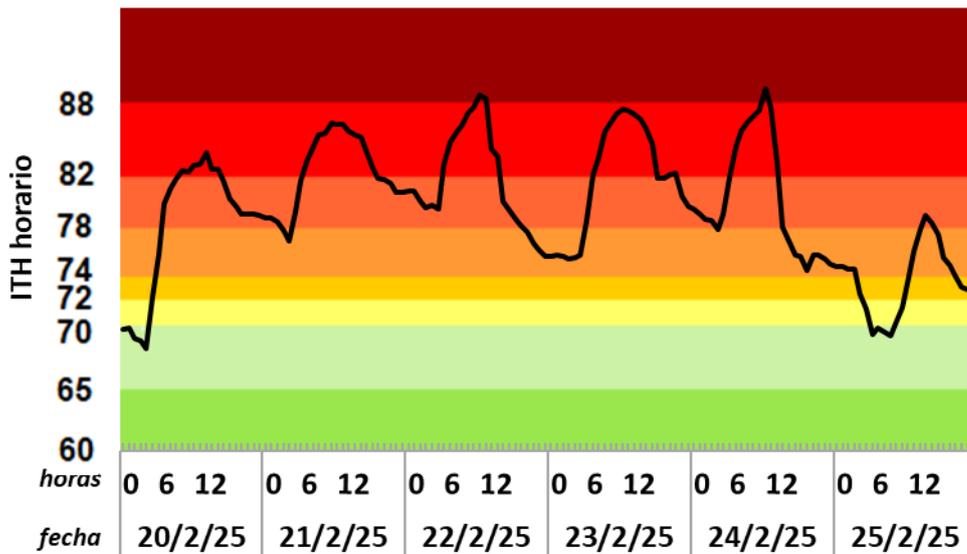


Dentro de la cuenca lechera, en Paraná y Sunchales se observó un período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado entre el 07/02 y el 12/02. Además se registró un segundo período, del 20/02 al 25/02, donde el ITH superó el valor crítico de 72 durante 117 horas consecutivas en Paraná y 120 horas consecutivas en Sunchales.

ITH - Paraná



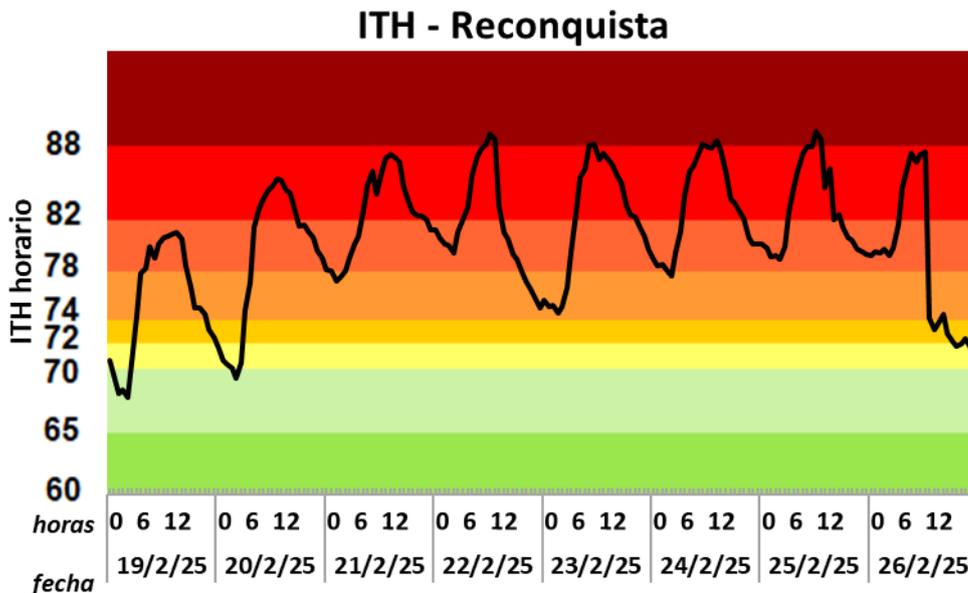
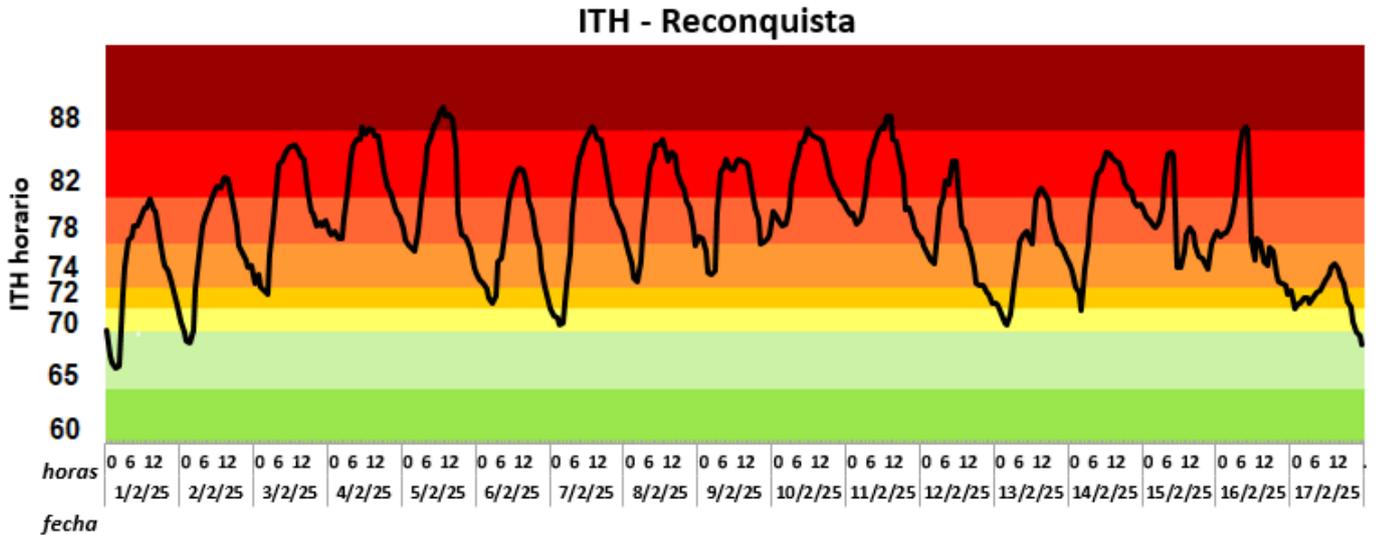
ITH - Sunchales



En Reconquista se contabilizaron dos períodos con condiciones ambientales que generan estrés para el ganado.

El primero abarcó desde el 01/02 al 17/02, dentro de éste ocurrieron 2 olas de calor: del 03/02 al 05/02 y del 08/02 al 12/02, registrándose 116 horas consecutivas con el ITH superior a 72 entre el 01/02 y el 06/02, alcanzando el valor extremo de 89; y 141 horas consecutivas con el ITH mayor a 72 del 07/02 al 11/02.

El segundo período, se extendió del 19/02 al 26/02 de febrero, registrándose 157 horas consecutivas con el ITH superior al valor crítico de 72; dentro de estas fechas ocurrió una tercera ola de calor que se extendió por 5 días (21/02 al 25/02).



Un evento de ola de calor se define cuando las temperaturas máximas y mínimas superan o igualan, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, a ciertos valores umbrales que dependen de cada localidad (percentil 90 del semestre cálido octubre-marzo).

Para Reconquista Aero los valores umbrales (calculados a partir del período 1961-2010) son:

Temperatura máxima = 35.3 °C

Temperatura mínima = 22.8 °C

Más información sobre el ITH diario y decádico en: https://www.smn.gob.ar/monitoreo_periodos

3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

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

3.1 PRIMERA DÉCADA

A comienzos de esta década, el avance de un frente frío desde la Patagonia hasta el centro de Buenos Aires generó precipitaciones a lo largo de su recorrido (inferiores a los 35 mm diarios). Las precipitaciones de mayor volumen ocurrieron a partir del día 4/2, ya que el frente frío mencionado se estacionó en el centro del país, provocando lluvias y tormentas en la región, con importante caída de agua en solo 24 horas, las cuales se muestran en la Tabla III. Por otra parte, un sistema cerrado de baja presión ubicado en el norte del país generó también lluvias de gran volumen en esa zona, registrándose 63 mm en Jujuy Aero y 54 mm en Jujuy Universidad el día 6/2.

Los últimos días de la década, el avance de un frente frío por la Patagonia y la presencia de un frente estacionario en el centro del país generaron algunas lluvias en esas zonas.

En total en esta década, la mayor cantidad de lluvia se registró en la región Pampeana y en el sur de la Patagonia, siendo también superior a la climatología 1991-2020.

Se produjo un aumento en el contenido de agua en el suelo en el centro de la región Pampeana, que es la zona que recibió mayores precipitaciones y que, a pesar de las altas temperaturas, estas lluvias superaron a la evapotranspiración. En la mayor parte de la zona productiva de cultivos de secano predomina el déficit hídrico.

Tabla III. Precipitación acumulada diaria (mm), superior a 40 mm.

<i>Estación</i>	<i>Provincia</i>	<i>Precipitación diaria (mm)</i>	<i>Fecha</i>
<i>Punta Indio</i>	Buenos Aires	166 *	5/2/2025
<i>Laboulaye Aero</i>	Córdoba	92	4/2/2025
<i>Venado Tuerto</i>	Santa Fe	80	4/2/2025
<i>Nueve de Julio</i>	Buenos Aires	54	4/2/2025
<i>Gualeguaychú Aero</i>	Entre Ríos	50	5/2/2025
<i>Rosario Aero</i>	Santa Fe	47	5/2/2025
<i>Rosario Aero</i>	Santa Fe	46	4/2/2025
<i>Morón</i>	Buenos Aires	46	5/2/2025
<i>Buenos Aires Observatorio</i>	Buenos Aires	45	5/2/2025
<i>Morón</i>	Buenos Aires	44	4/2/2025
<i>Aeroparque</i>	Buenos Aires	44	5/2/2025
<i>El Palomar Aero</i>	Buenos Aires	43	4/2/2025
<i>San Fernando</i>	Buenos Aires	43	5/2/2025
<i>El Palomar Aero</i>	Buenos Aires	43	5/2/2025
<i>Ezeiza Aero</i>	Buenos Aires	42	5/2/2025

* Récord de lluvia diario para Punta Indio. Récord anterior 147 mm registrado el 8/2/1993

Década 1 FEBRERO 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	6.3	-31.3	1	6.0	5
Bahia Blanca	Buenos Aires	46.0	22.2	4	18.0	2
Balcarce	Buenos Aires	25.1	-11.4	1	24.3	1
Bolívar	Buenos Aires	16.8	-27.3	3	6.0	10
Bordenave	Buenos Aires	3.8	-15.2	1	3.8	5
Castelar	Buenos Aires	105.9	51.5	4	44.0	5
Coronel Suarez	Buenos Aires	31.4	-0.2	2	18.0	2
Ezeiza	Buenos Aires	97.8	48.3	4	42.0	5
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	11.0	-7.0	1	9.0	5
Junín	Buenos Aires	114.0	70.7	5	35.0	3
La Plata	Buenos Aires	70.0	15.0	4	25.0	5
Las Flores	Buenos Aires	14.4	-28.3	2	9.0	10
Mar Del Plata	Buenos Aires	7.0	-29.3	2	4.0	2
Nueve de Julio	Buenos Aires	101.0	61.9	5	54.0	4
Pehuajó	Buenos Aires	42.7	9.1	6	19.0	4
Pigüé	Buenos Aires	21.0	-11.5	3	10.0	2
San Pedro	Buenos Aires	54.0	-0.5	2	49.0	4
Tandil	Buenos Aires	0.0	-34.3	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	22.0	-14.4	3	12.0	1
Laboulaye	Córdoba	126.5	83.6	3	92.0	4
Marcos Juárez	Córdoba	13.0	-38.6	3	6.0	10
Pilar	Córdoba	0.0	-47.6	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	4.3	-37.2	1	4.0	5
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	41.5	-15.7	2	35.0	5
Concordia	Entre Ríos	2.0	-57.3	1	2.0	5
Gualeguaychú	Entre Ríos	87.0	33.2	2	50.0	5
Paraná	Entre Ríos	0.4	-59.3	0	-	-
Anguil	La Pampa	9.4	-18.2	3	3.3	1
General Pico	La Pampa	48.0	15.3	4	30.0	4
Santa Rosa	La Pampa	11.0	-19.9	3	6.0	5
Ceres	Santa Fe	0.5	-50.7	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	3.0	-61.8	1	3.0	5
Rosario	Santa Fe	96.0	41.3	3	47.0	5

3.2 SEGUNDA DÉCADA

El establecimiento del anticiclón semipermanente del Atlántico generó el flujo de aire cálido y húmedo desde el norte que hizo retroceder a los frentes provenientes de la Patagonia. Esto provocó las lluvias abundantes, superiores al promedio, en el sur del Litoral y noroeste bonaerense.

En el norte del país, y especialmente en el NOA, las anomalías de precipitación también resultaron positivas, mientras que se observó el signo contrario en el norte del Litoral, parte del centro, en Cuyo, La Pampa, el centro y sur de Buenos Aires y la zona cordillerana patagónica, donde no se registraron lluvias en toda la década.

Década 2 FEBRERO 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	18.0	-15.0	2	12.0	16
Bahía Blanca	Buenos Aires	4.0	-24.4	1	4.0	20
Balcarce	Buenos Aires	5.0	-26.3	1	5.0	20
Bolívar	Buenos Aires	16.3	-17.3	1	16.0	14
Bordenave	Buenos Aires	2.8	-29.4	2	1.5	13
Castelar	Buenos Aires	10.3	-19.7	3	4.7	11
Coronel Suarez	Buenos Aires	12.0	-17.4	3	6.0	20
Ezeiza	Buenos Aires	4.3	-25.0	1	2.0	11
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	22.2	-0.4	3	12.2	15
Junín	Buenos Aires	7.3	-22.6	2	4.0	11
La Plata	Buenos Aires	7.1	-15.3	2	5.0	14
Las Flores	Buenos Aires	5.0	-26.8	1	5.0	14
Mar Del Plata	Buenos Aires	27.1	-11.2	2	16.0	20
Nueve de Julio	Buenos Aires	116.6	86.1	1	116.0	14
Pehuajó	Buenos Aires	68.0	40.7	2	42.0	14
Pigüé	Buenos Aires	25.0	-9.1	3	18.0	20
San Pedro	Buenos Aires	33.9	2.9	3	17.8	11
Tandil	Buenos Aires	0.0	-34.9	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	28.5	-10.7	1	28.0	20
Laboulaye	Córdoba	15.4	-17.8	3	5.0	11
Marcos Juárez	Córdoba	68.0	31.9	4	43.0	15
Pilar	Córdoba	38.0	8.5	3	22.0	14
Río Cuarto	Córdoba	53.8	22.4	3	29.0	15
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	64.3	43.2	5	33.5	14
Concordia	Entre Ríos	96.0	49.5	5	28.0	14
Gualedaychú	Entre Ríos	91.0	53.4	5	31.0	14
Paraná	Entre Ríos	99.0	67.4	5	30.0	12
Anguil	La Pampa	1.8	-24.6	0	-	-
General Pico	La Pampa	62.0	23.6	2	45.0	14
Santa Rosa	La Pampa	0.5	-26.6	0	-	-
Ceres	Santa Fe	2.0	-32.5	1	2.0	15
Reconquista	Santa Fe	99.0	55.6	2	79.0	16
Rosario	Santa Fe	55.2	21.2	4	24.0	11

A pesar de que las temperaturas anómalamente cálidas del centro y norte del país favorecieron a la evapotranspiración, las abundantes precipitaciones alcanzaron a recargar los suelos en el NOA, donde dieron lugar a almacenajes excesivos, en el Litoral y parte de la Zona Núcleo. Fuera de estas áreas se vio un agravamiento de la sequía preexistente, según el modelo de balance hídrico analizado.

3.3 TERCERA DÉCADA

A partir del día 23 se instaló una masa de aire cálida y húmeda en la zona central y norte del país que trajo aparejado lluvias y tormentas de variada intensidad, algunas de ellas resultaron localmente fuertes o severas. Hasta el final del mes se sucedieron eventos de precipitaciones sobre la franja central del país, la región de Cuyo y en sur de la región del Litoral. Los mayores acumulados de precipitación se registraron en Pehuajó (245 mm), Nueve de Julio (210 mm), Trenque Lauquen (168 mm), Rosario (159.4 mm), Las Flores (152 mm), Bolívar (142 mm), Gualaguaychú (147.2 mm) y Concordia (141 mm). En las provincias del norte y noreste del país las lluvias acaecidas resultaron deficitarias para este período analizado.

La gran cantidad de agua precipitada en la provincia de Buenos Aires, Entre Ríos, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba elevó las reservas de humedad del suelo, dejándolo en condiciones de excesos hídricos, según el modelo analizado. El resto de la región centro-este del país presenta condiciones de humedad de regulares a óptimas, según las zonas. Las provincias del norte y noreste del país sufrieron un descenso de la cantidad de agua almacenada en el suelo, debido a la escasez de precipitaciones y a las temperaturas extremadamente altas que aumentaron la demanda evaporativa por parte de la atmósfera.

Década 3 FEBRERO 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	71.0	40.0	4	42.0	23
Bahia Blanca	Buenos Aires	96.8	79.6	2	84.8	28
Balcarce	Buenos Aires	69.1	50.8	3	52.3	28
Bolívar	Buenos Aires	142.0	113.7	3	88.5	23
Bordenave	Buenos Aires	73.4	37.2	3	47.3	28
Castelar	Buenos Aires	55.5	27.6	2	33.0	28
Coronel Suarez	Buenos Aires	84.8	60.0	3	57.0	28
Ezeiza	Buenos Aires	64.1	34.5	4	32.5	24
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	14.5	0.5	1	14.5	28
Junín	Buenos Aires	84.0	42.1	3	42.5	23
La Plata	Buenos Aires	78.0	42.5	2	39.5	28
Las Flores	Buenos Aires	152.5	122.5	5	76.5	28
Mar Del Plata	Buenos Aires	85.0	56.0	2	82.0	28
Nueve de Julio	Buenos Aires	210.0	177.7	3	148.0	23
Pehuajó	Buenos Aires	246.0	217.1	4	189.0	23
Pigüé	Buenos Aires	29.1	-5.5	3	22.7	28
San Pedro	Buenos Aires	77.9	42.1	5	36.8	28
Tandil	Buenos Aires	101.8	72.6	3	40.5	23
Tres Arroyos	Buenos Aires	31.5	0.6	3	14.5	28
Laboulaye	Córdoba	72.0	39.6	3	56.0	24
Marcos Juárez	Córdoba	108.0	76.8	4	73.0	24
Pilar	Córdoba	63.0	28.0	4	34.0	26
Río Cuarto	Córdoba	69.0	37.2	4	35.0	24
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	156.4	129.2	5	96.5	28
Concordia	Entre Ríos	141.5	97.8	4	58.0	26
Gualeguaychú	Entre Ríos	148.0	116.4	3	83.0	28
Paraná	Entre Ríos	74.0	37.0	4	30.0	25
Anguil	La Pampa	4.7	-18.3	2	2.3	22
General Pico	La Pampa	16.2	-17.9	1	15.0	28
Santa Rosa	La Pampa	63.4	33.0	2	44.4	28
Ceres	Santa Fe	31.1	0.0	1	30.8	26
Reconquista	Santa Fe	12.8	-29.9	1	12.5	25
Rosario	Santa Fe	159.0	120.3	4	81.0	24

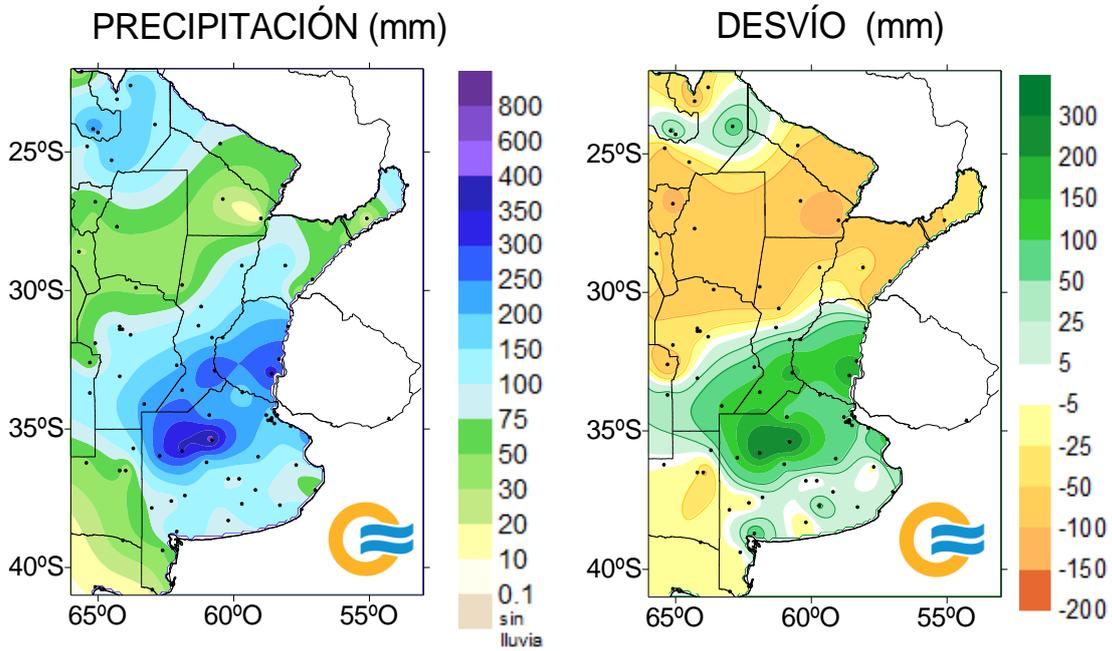
Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

PD: precipitación (mm) total de la década
 DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1991-2020
 MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas

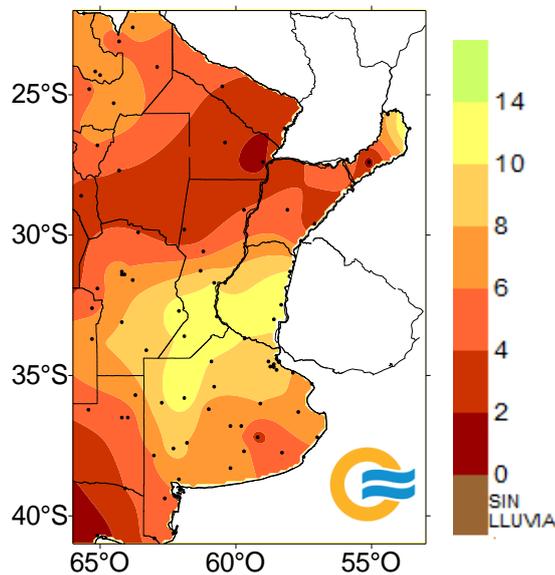
DLLu: días con precipitación > 1 mm
 DN: desvío del promedio
 DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

FEBRERO 2025

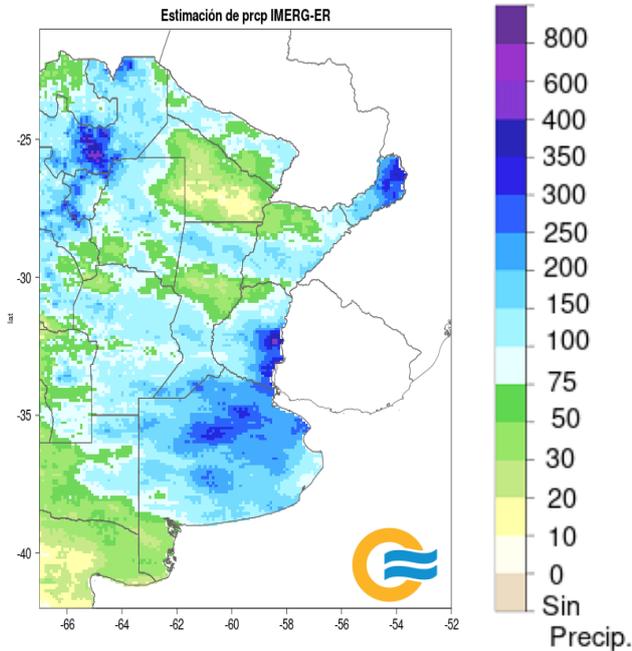


DÍAS CON PRECIPITACIÓN

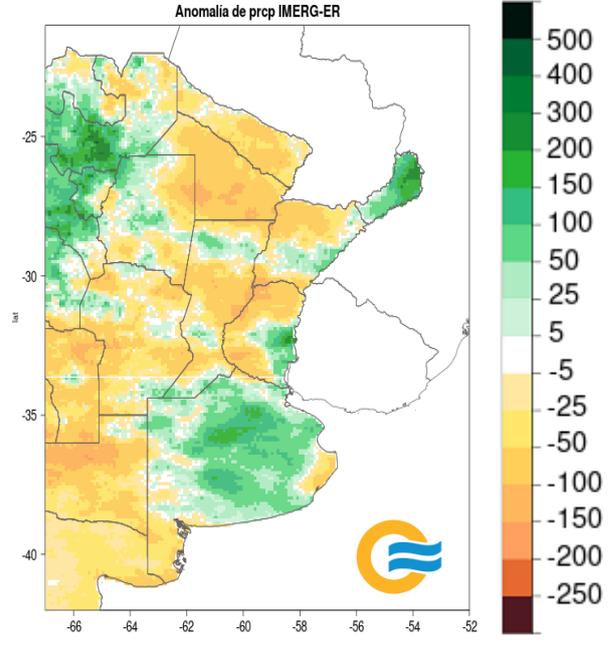


PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER FEBRERO 2025

PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)



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



4. ÍNDICES SATELITALES

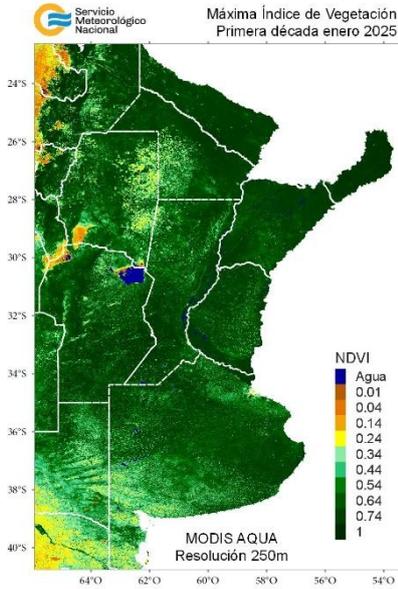
4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de enero y febrero de 2025. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas.

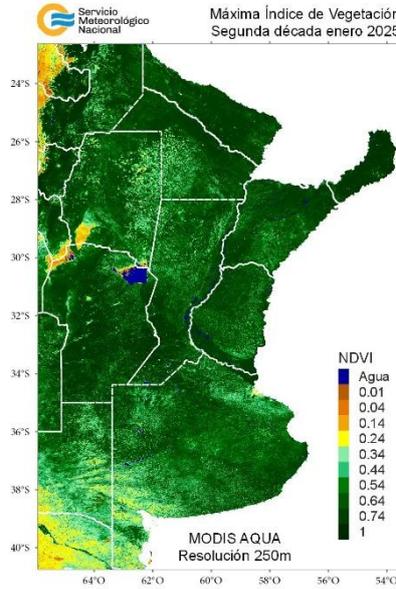
Con el progreso de las décadas se evidencia un aumento de la actividad fotosintética en la mayor parte de la zona productiva de secano, esto se asocia en parte a la fase fenológica de los cultivos tardíos, que se hallan en fases reproductivas y en buen estado general.

ENERO 2025

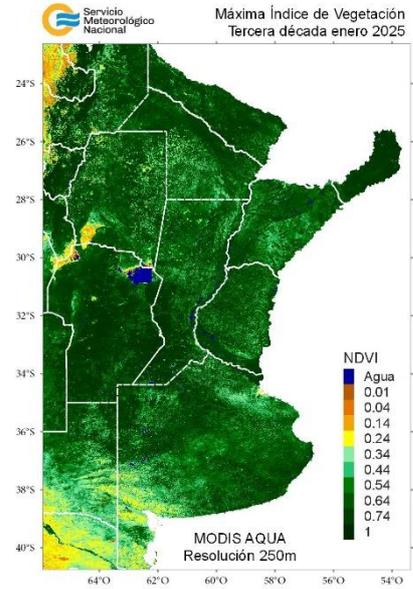
DÉCADA 1



DÉCADA 2

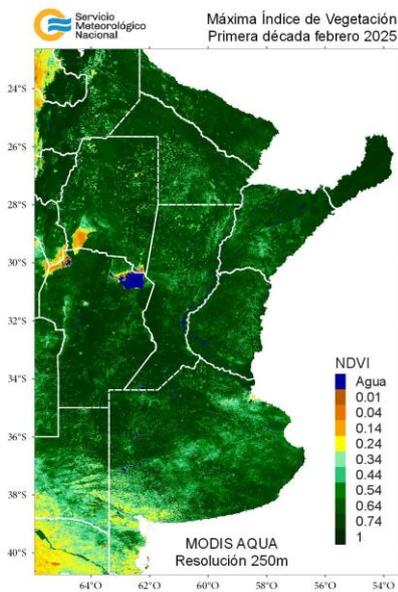


DÉCADA 3

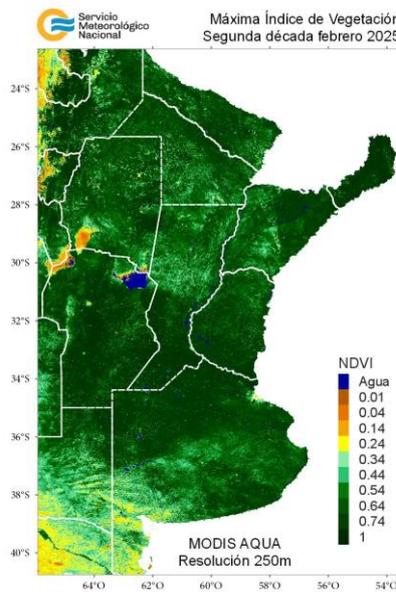


FEBRERO 2025

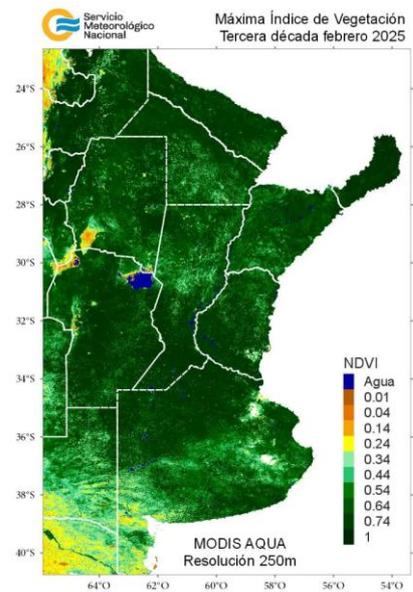
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3

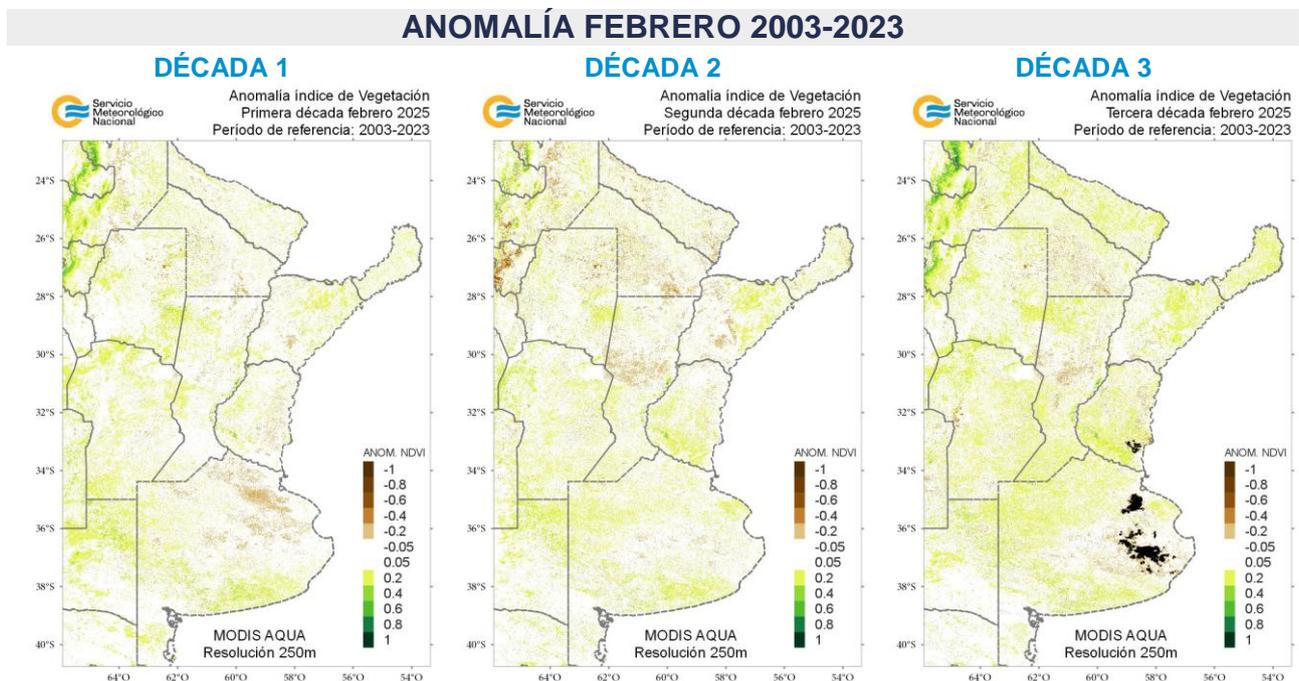
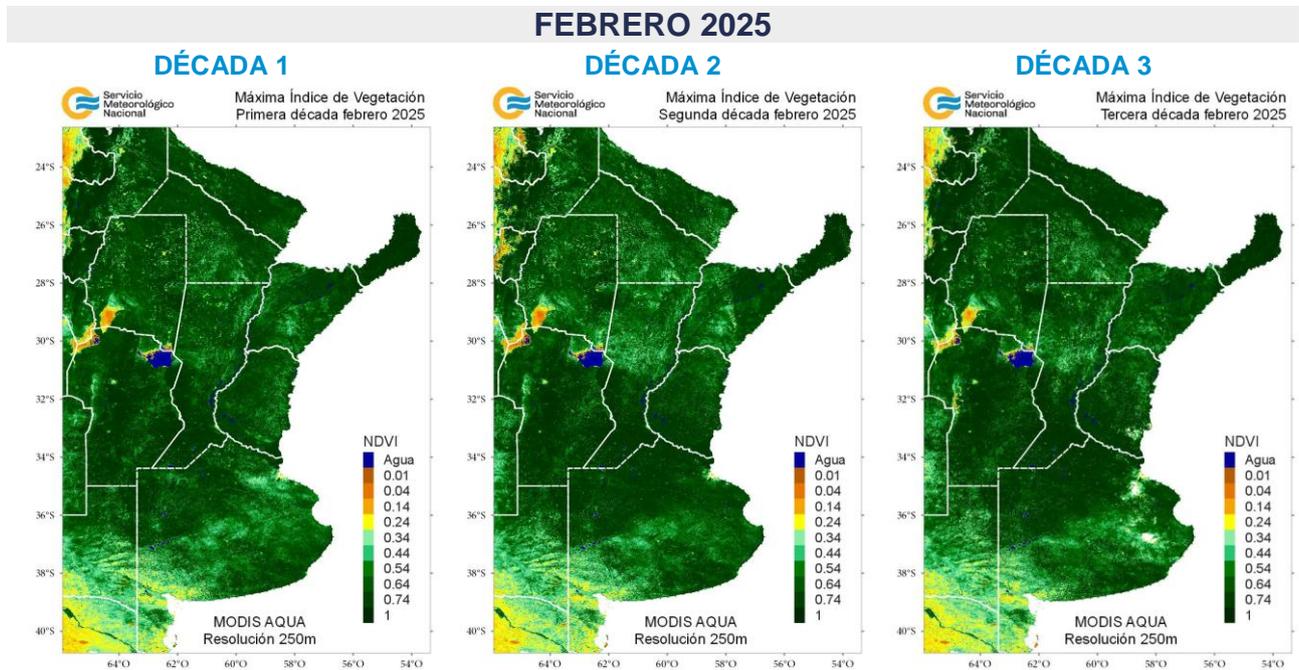


4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

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

En la mayor parte del este de la zona productora de cultivos de secano la anomalía es negativa respecto a los 20 años previos.



4.3. HUMEDAD DEL SUELO

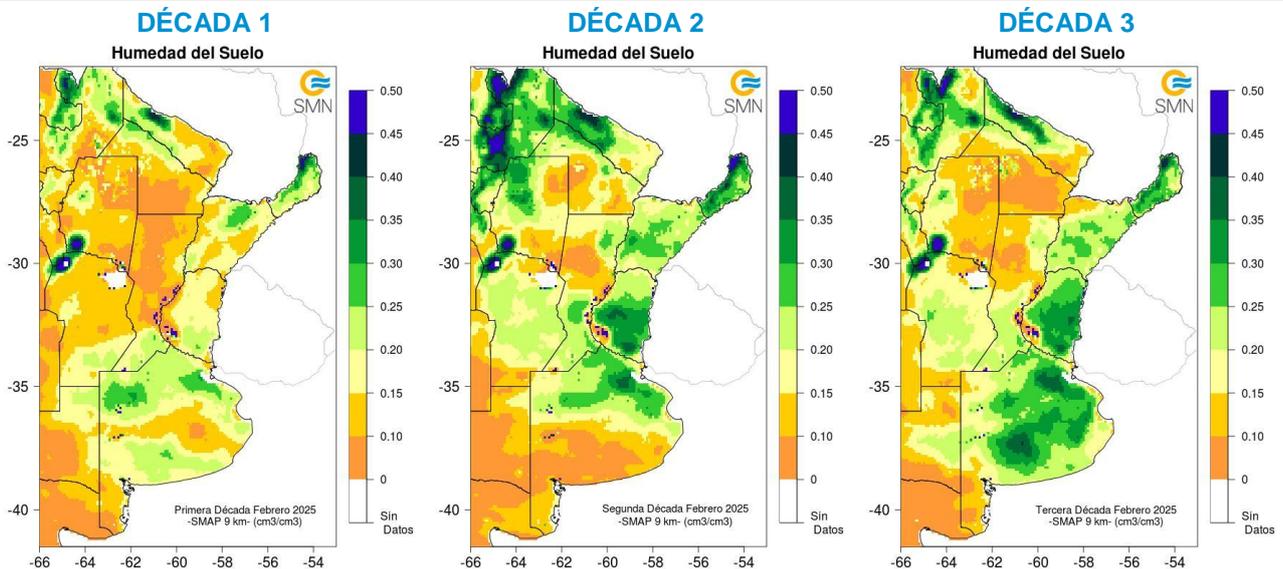
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

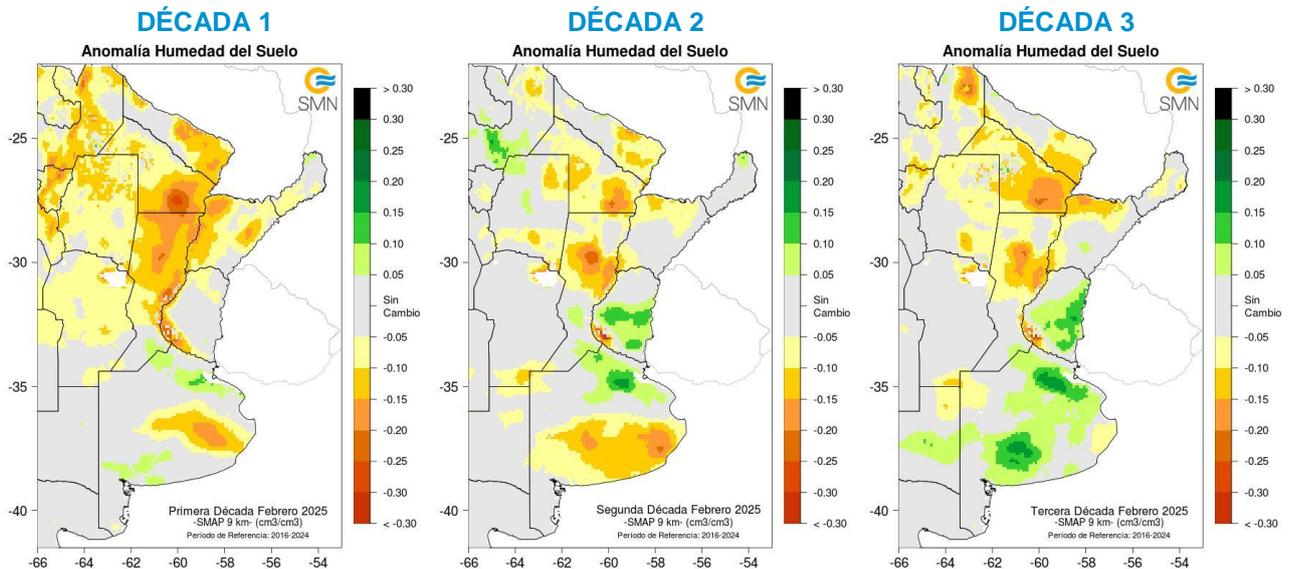
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2025 respecto al periodo 2016-2024, para cada década.

Las precipitaciones ocurridas en febrero fueron abundantes y recargaron con humedad los primeros centímetros del suelo, siendo mayor al contenido de agua promedio 2016-2024 en algunos sectores en el sur de la región.

FEBRERO 2025 HUMEDAD DEL SUELO



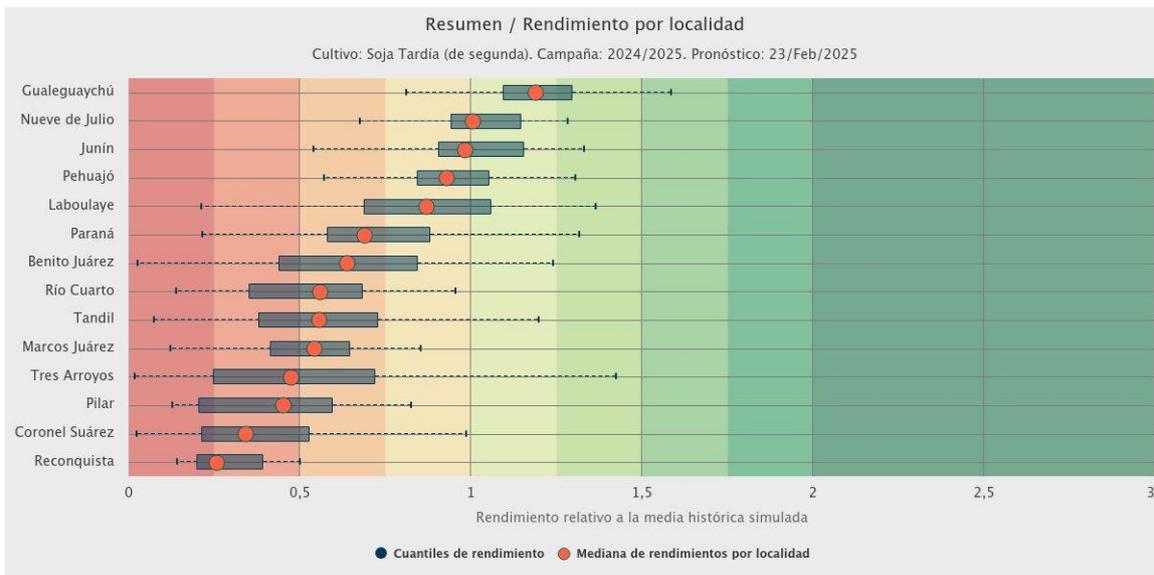
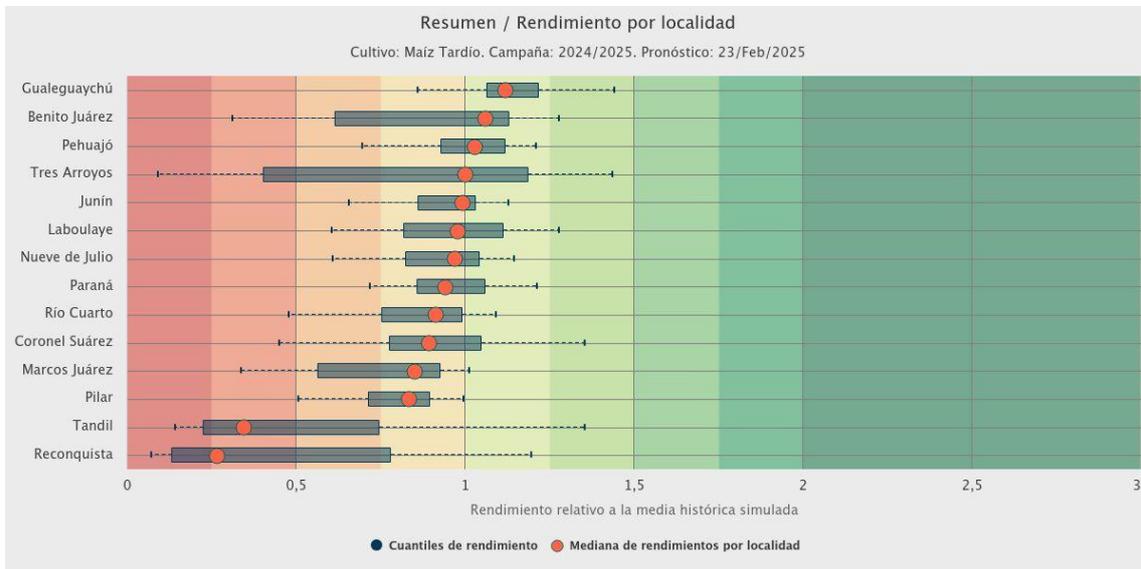
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



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 boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 23/02/2025 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 el maíz y la soja de siembra tardía en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. El maíz presenta perspectivas de rinde en torno o superiores a la mediana para casi todas las localidades simuladas, a excepción de Reconquista (debido al estrés térmico e hídrico registrado) y Tandil (a causa de la escasez de lluvias de manera puntual). Las simulaciones realizadas para la soja muestran las mejores perspectivas de rendimiento en el noroeste de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sur de Entre Ríos, favorecido por las precipitaciones registradas en diferentes momentos del mes.



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.gov.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.

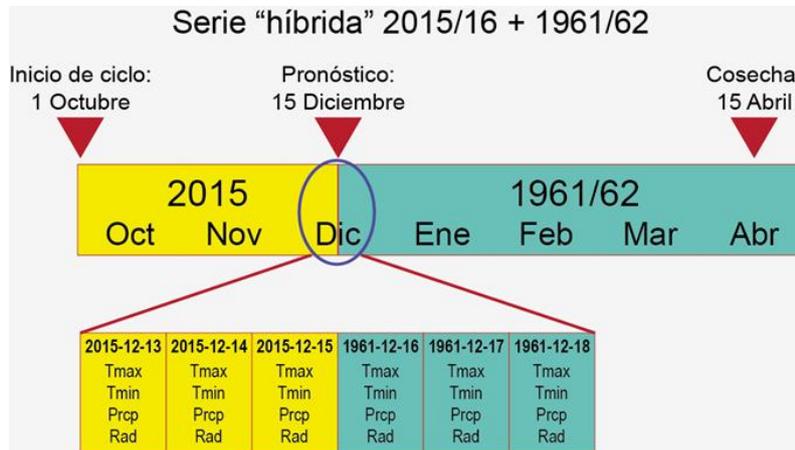


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

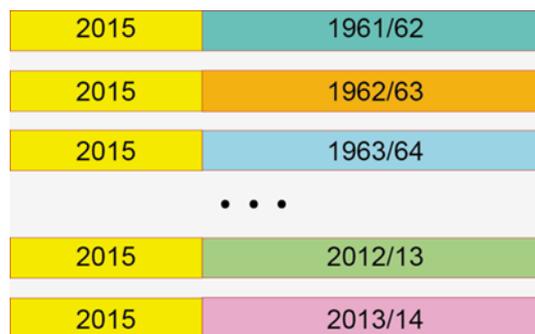


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

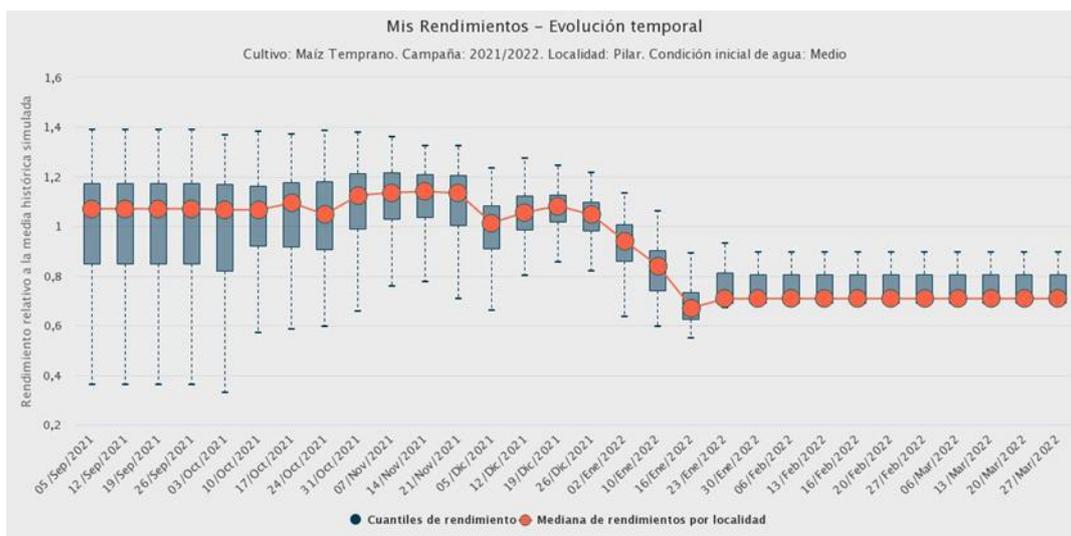


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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.gov.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.gov.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 plagas, 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.

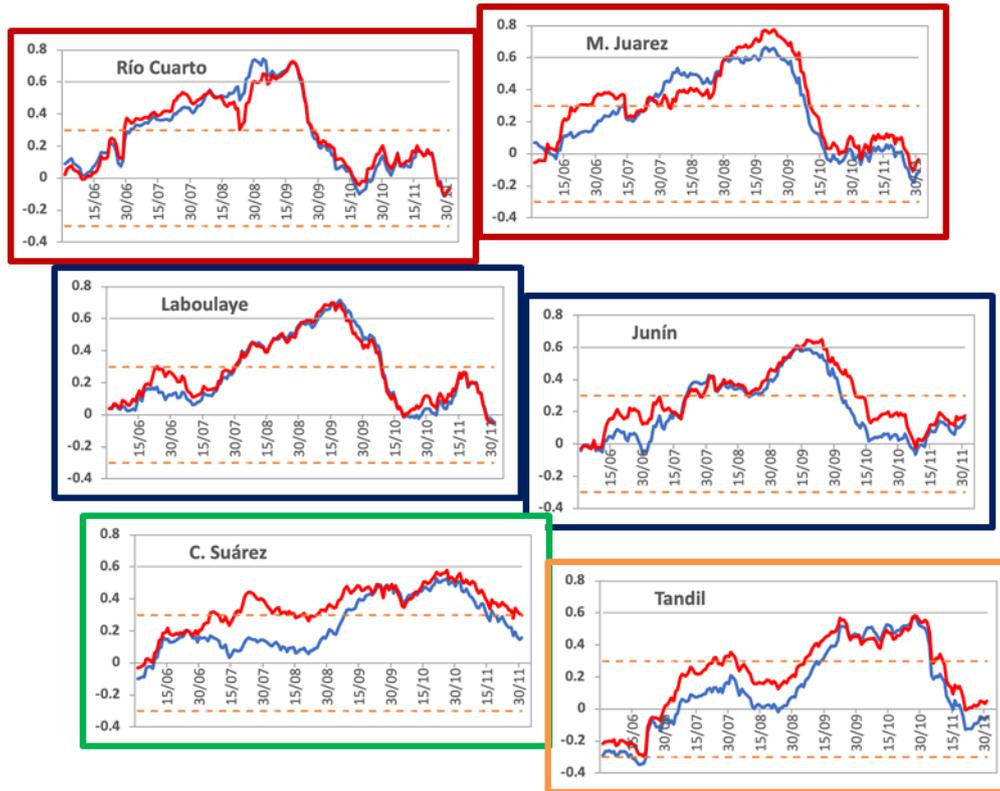


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

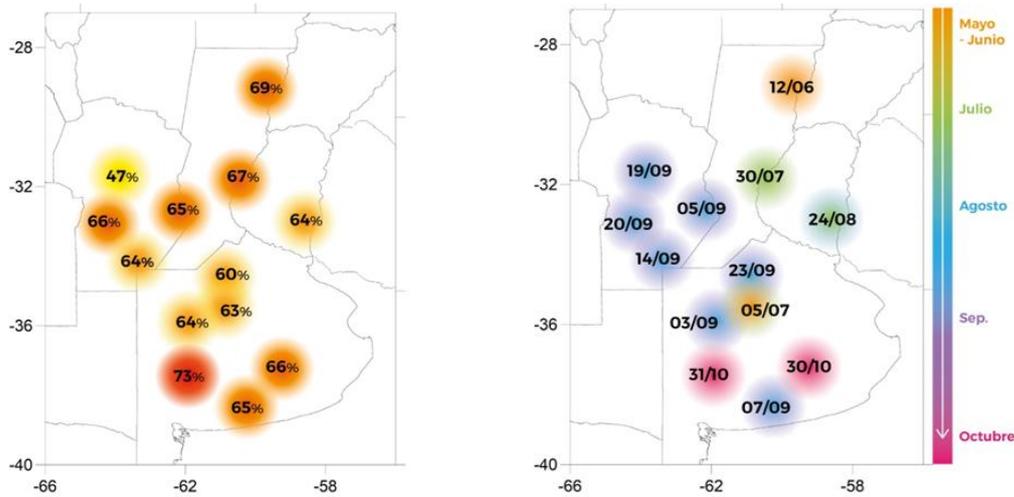


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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).

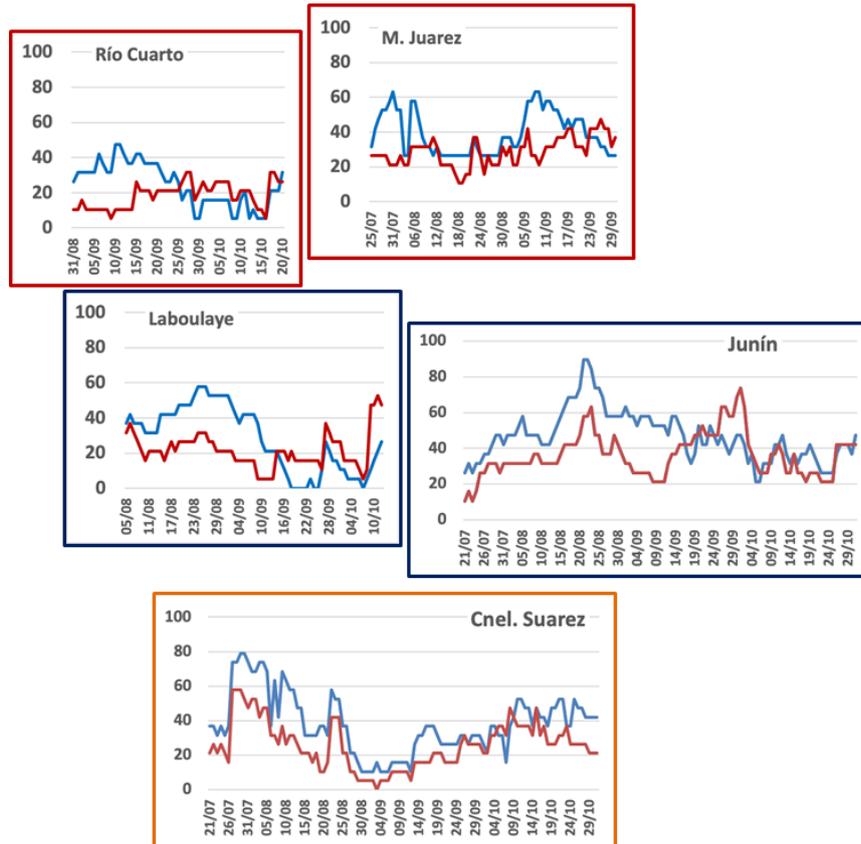


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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.

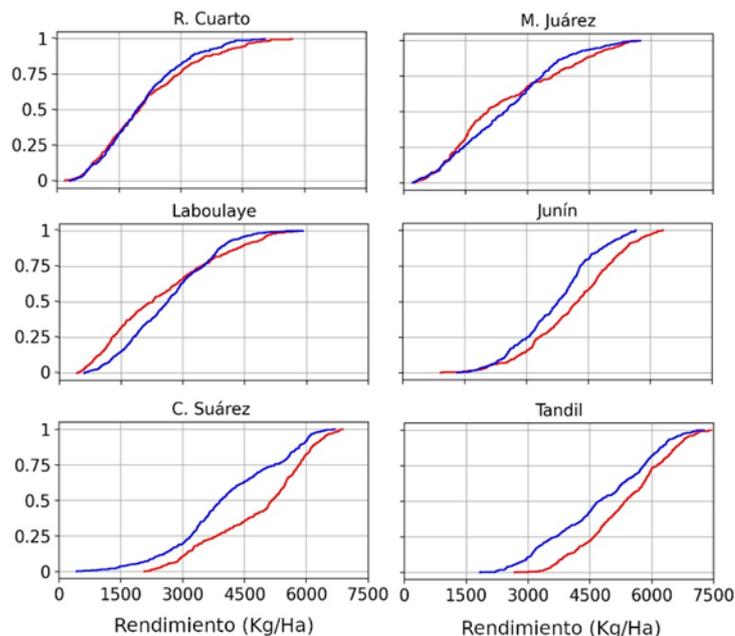


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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

