

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

MARZO 2026

Volumen III
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

*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 | 7 |
| 2.3 | Temperatura media 3da década | 7 |
| 2.4 | Heladas | 9 |
| 2.5 | Grados día | 9 |
| 2.6 | Mapas de temperatura | 10 |
| 2.7 | Mapas de temperatura superficial de la tierra | 10 |
| 2.8 | Índice de temperatura y humedad | 11 |

3

Precipitación

- | | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 3.1 | Precipitación acumulada 1ra década | 13 |
| 3.2 | Precipitación acumulada 2da década | 15 |
| 3.3 | Precipitación acumulada 3ra década | 17 |
| 3.4 | Mapas de precipitación | 19 |

4

Índices satelitales

- | | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Índice normalizado de vegetación | 20 |
| 4.2 | Anomalía del índice normalizado de vegetación | 21 |
| 4.3 | Humedad del suelo | 22 |

5

Pronóstico de rendimiento - ProRindes

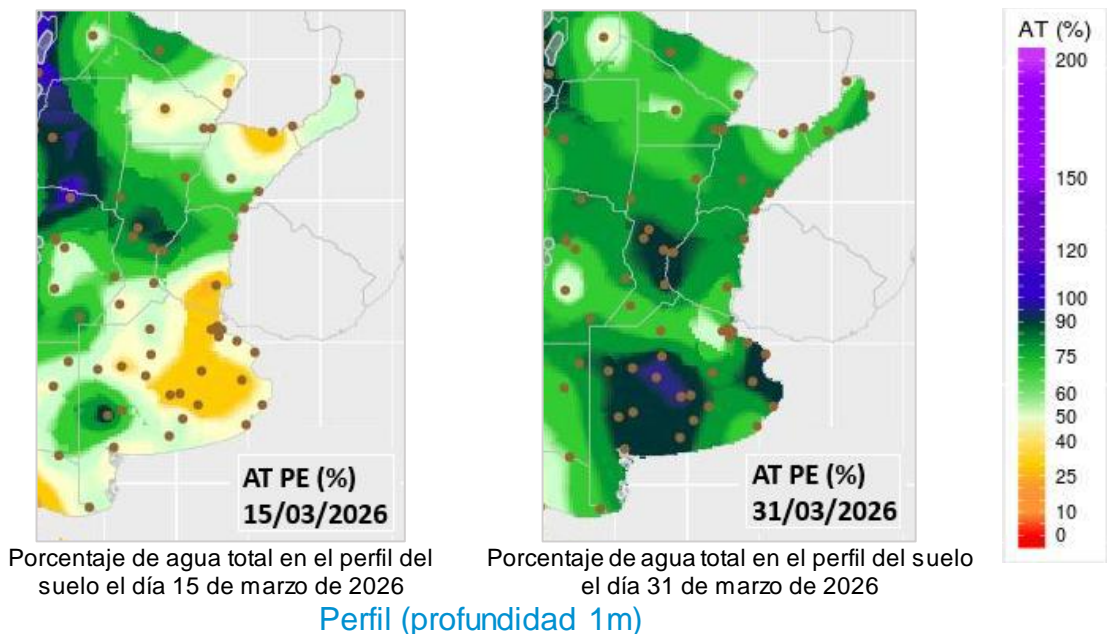
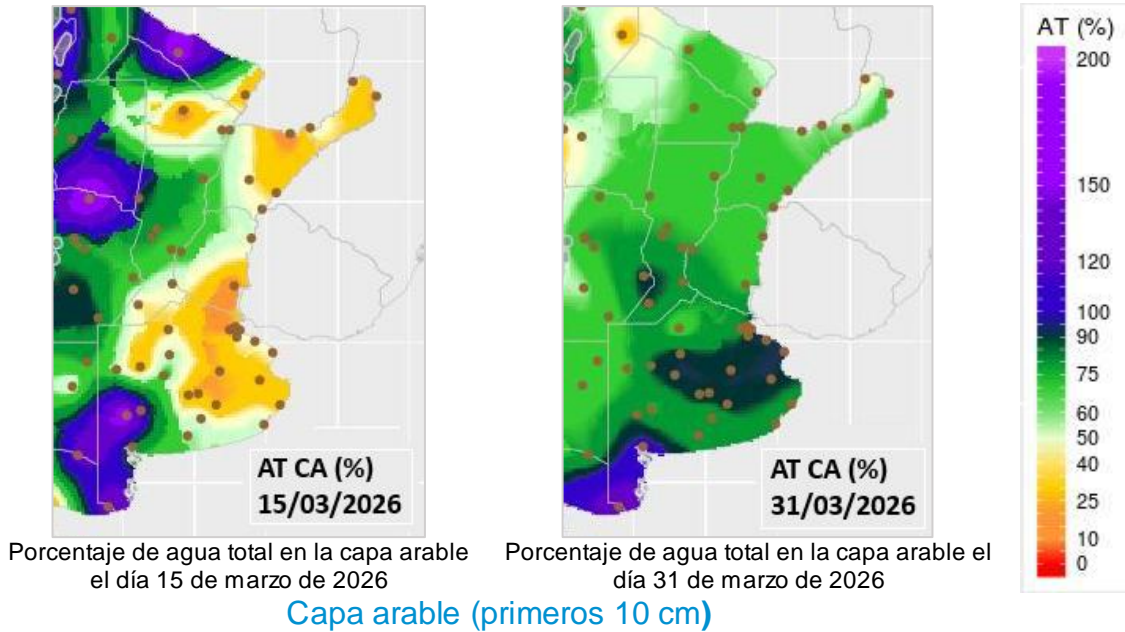
- | | | |
|-----|---|----|
| 5.1 | Pronóstico de rendimientos para maíz y soja (fecha de inicio: 29/03/2026) | 23 |
|-----|---|----|

Definición y abreviaturas de parámetros empleados 25

Anexo: informe técnico sobre ProRindes 26

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE MARZO 2026.

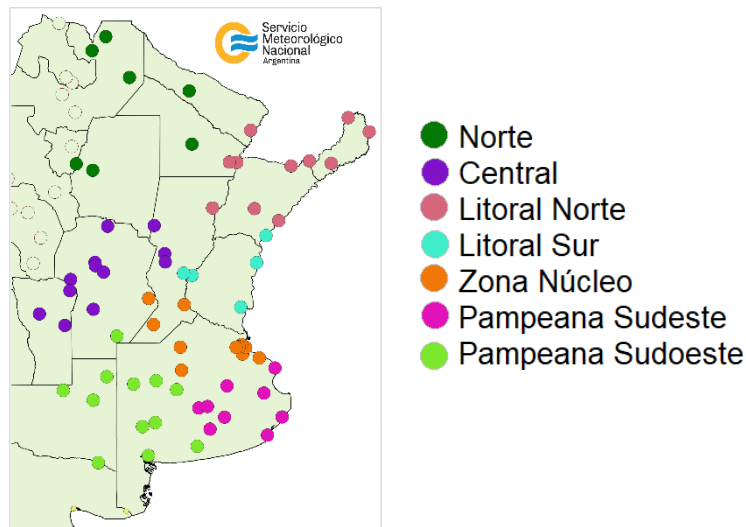
Avanza la cosecha de girasol y de las variedades tempranas de maíz y soja, presentando mayormente rendimientos muy buenos, aunque con interrupciones de las labores debido a las precipitaciones acaecidas. Los lotes tardíos de maíz y soja transitan la etapa de llenado de granos o la madurez fisiológica.



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

► Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua | Suelos

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



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

En la región Norte las precipitaciones ocurridas en la primera década de marzo fueron superiores a la normal, recargando con humedad el perfil del suelo. El almacenaje de agua edáfico se encuentra entre los valores más altos desde 1981.

En la zona Litoral Norte ocurrieron precipitaciones, las más abundantes se registraron en la tercera década produciendo un marcado aumento en el almacenaje de agua en el suelo, sin embargo continúa entre los valores más bajos desde 1981.

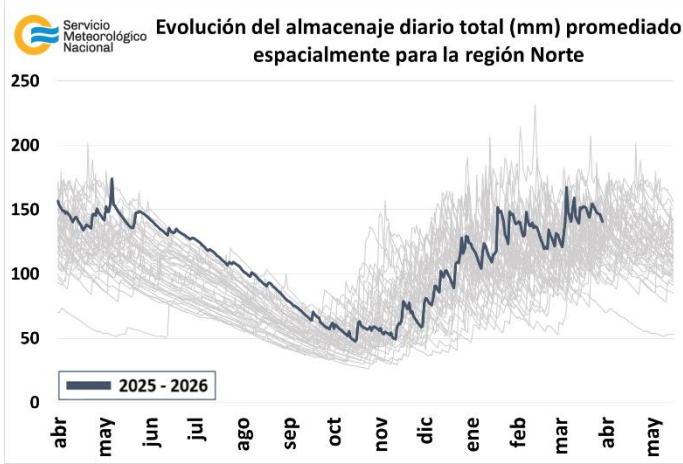
El sur del Litoral las lluvias más abundantes ocurrieron en la segunda década, produciendo una leve mejora en las condiciones hídricas de los suelos.

En la zona Núcleo las precipitaciones que se produjeron en la segunda década produjeron una mejora en el contenido de humedad en el suelo. La región aún presenta condiciones de sequía.

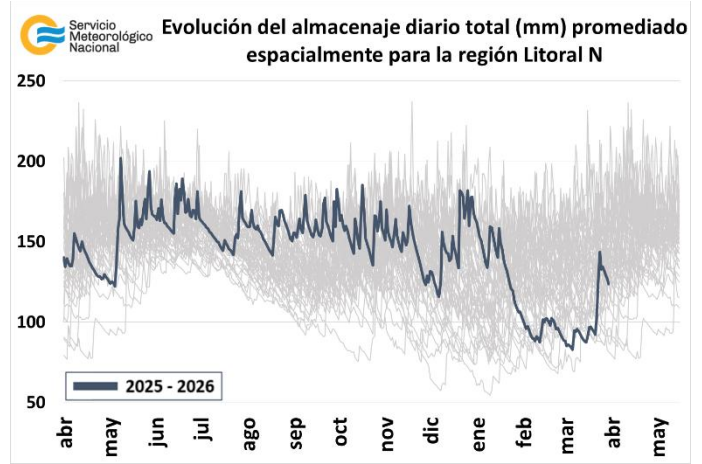
En el sudeste de la región Pampeana las precipitaciones han sido abundantes principalmente en la segunda y tercera década de marzo, recargando de humedad los suelos. El almacenaje de agua en el suelo pasó de ser el más bajo a comienzos de marzo a encontrarse entre los valores más altos desde 1981 al finalizar el mes.

En el sudoeste de la pradera Pampeana las precipitaciones en general fueron superiores a la normal, en la segunda década se observaron las mayores anomalías positivas en toda la región, esto produjo un marcado aumento en el almacenaje de agua en el suelo, finalizando el mes con excesos hídricos.

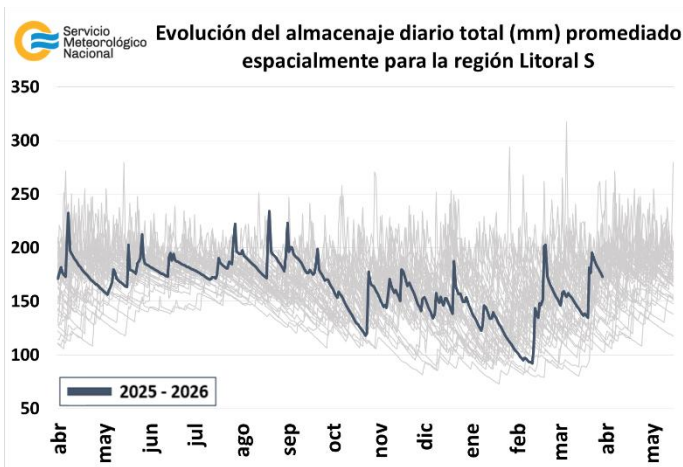
En la región central ocurrieron precipitaciones a lo largo del mes y el almacenaje de agua en el suelo presenta una tendencia positiva.



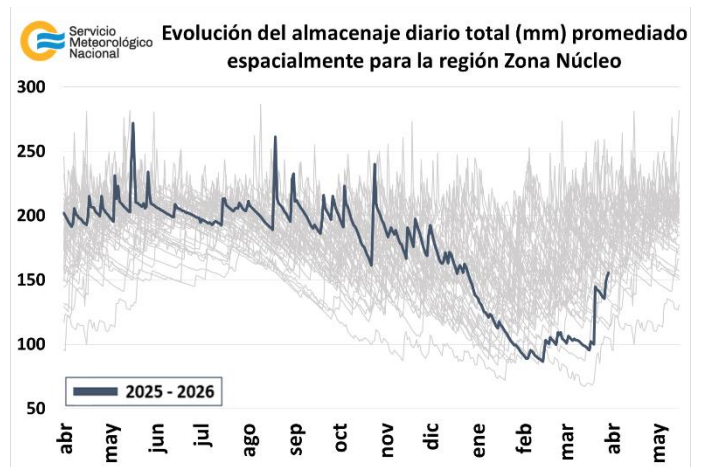
Región Norte



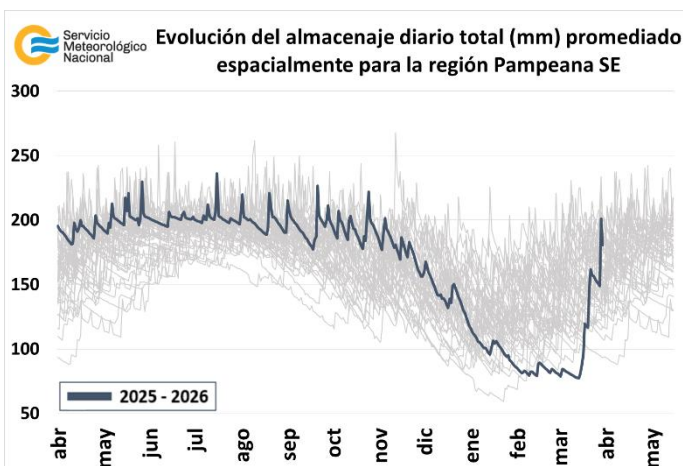
Litoral Norte



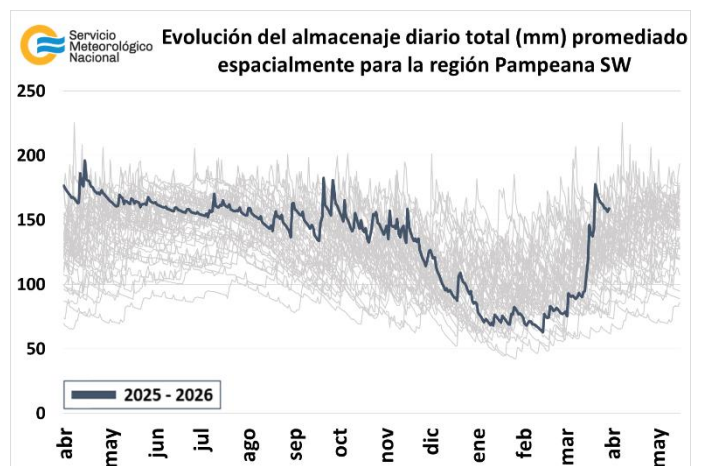
Litoral Sur



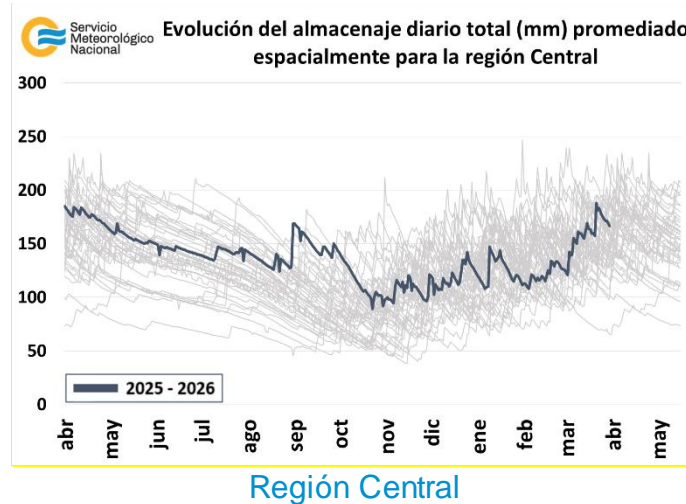
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



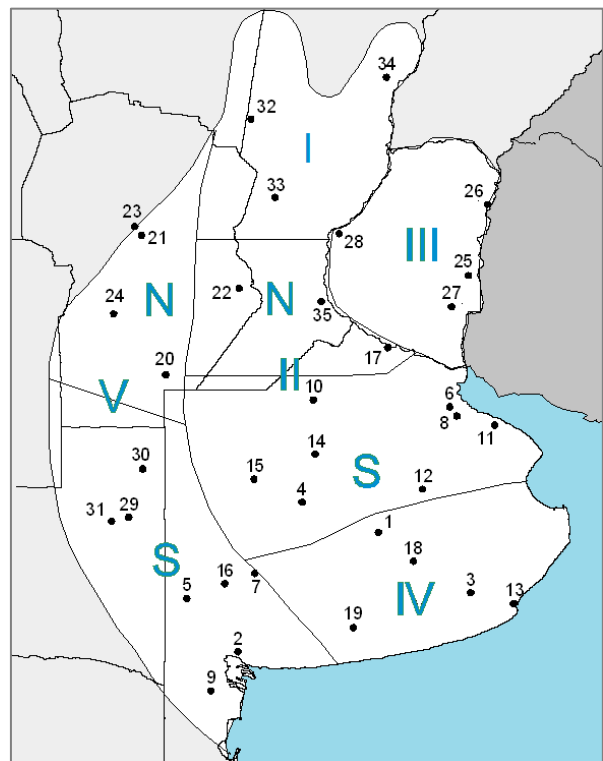
Pampeana sudoeste



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) Gualaguaychú (1)	33°00'	58°37'
28) Paraná (1)	31°47'	60°29'
29) Anguil (2)	36°30'	63°59'
30) General Pico (1)	35°42'	63°45'
31) Santa Rosa (1)	36°34'	64°16'
32) Ceres (1)	29°53'	61°57'
33) Rafaela (2)	31°11'	61°11'
34) Reconquista (1)	29°11'	59°42'
35) Rosario (1)	32°55'	60°47'



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

REGIÓN I: la soja alcanzó la madurez con un estado general de excelente a malo en función a los aportes pluviométricos que recibió cada zona.

REGIÓN II NORTE: la cosecha de girasol avanza hacia sus instancias finales, limitada por la persistencia de días con precipitación. Prosigue la cosecha de maíz de primera ocupación con buenos rindes, aunque con interrupciones debido a las lluvias acaecidas. Los lotes tardíos se observan en la etapa de llenado de los granos bajo muy buenas condiciones hídricas. Los lotes más avanzados de soja alcanzaron la madurez, mientras que los más tardíos atraviesan la fase de llenado de los granos, en el norte de la región. Asimismo, inició la cosecha en el sector sur.

REGIÓN II SUR: avanza la cosecha de girasol y maíz obteniéndose buenos rindes, aunque con intermitencia debido a las precipitaciones registradas. La soja de primera ocupación alcanzó la madurez, mientras que los lotes tardíos se hallan en la etapa de llenado de granos, bajo buenas condiciones de disponibilidad hídrica.

REGIÓN III: finalizó la cosecha del maíz de primera ocupación con buenos rendimientos en general. Los lotes tardíos transitan la etapa de llenado de los granos. La soja de primera ocupación alcanzó la madurez bajo condiciones regulares debido a los déficits hídricos registrados a lo largo del período estival. La soja de segunda ocupación presenta mejores perspectivas de rendimiento, dadas las recargas de humedad que percibió el perfil edáfico.

REGIÓN IV: los maizales transitan la etapa de llenado de los granos, mientras que inició la cosecha de los lotes más tempranos.

REGIÓN V NORTE: avanza la cosecha de girasol de forma intermitente a causa de las precipitaciones registradas, presentando rindes superiores a las campañas previas. Prosigue la cosecha de maíz y soja con rindes variables según las zonas. Las variedades tardías de ambos cultivos se observan en fase de llenado de los granos.

REGIÓN V SUR: avanza la cosecha de girasol, limitada por las lluvias registradas, y obteniéndose rindes variables según las zonas. Los maizales se observan en la etapa de llenado de granos o la madurez. Algunos lotes ya fueron destinados a consumo animal. La soja de primera ocupación alcanzó la madurez, en tanto las variedades de segunda se hallan en fase de llenado de los granos.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas mostraron anomalías negativas en el NOA, centro del país, Cuyo, Santa Fe, norte de Entre Ríos, oeste de Buenos Aires, La Pampa y el norte, este y sur de la Patagonia; y positivas en el este de Formosa y de Chaco, norte de Corrientes, Misiones, algunas zonas del centro de Buenos Aires y el oeste de la Patagonia central.

Las mínimas estuvieron dentro de los rangos normales en la mayor parte del país, se destacaron desvíos positivos en el norte del Litoral, este de Formosa, sudeste de San Luis, sur de Córdoba, sur de Santa Fe, sur de Entre Ríos y norte de Buenos Aires; y negativos en La Rioja, norte de San Luis, noroeste de Córdoba, sudeste de Buenos Aires, este de Río Negro y Tierra del Fuego.

Década 1 MARZO 2026

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	27.2	32.0	1	12.4	6.5	8	19.8	19.4	0.4
Bahia Blanca	Buenos Aires	27.6	35.5	1	14.5	9.6	6	21.1	21.4	-0.3
Balcarce	Buenos Aires	27.8	33.2	1	13.5	8.7	8	20.6	20.1	0.5
Bolívar	Buenos Aires	27.4	31.3	1	13.2	9.5	8	20.3	20.2	0.1
Bordenave	Buenos Aires	27.0	33.4	1	13.5	7.0	5	20.2	20.4	-0.2
Castelar	Buenos Aires	29.0	33.9	4	18.5	15.0	4	23.7	22.6	1.1
Coronel Suarez	Buenos Aires	25.0	30.1	1	12.9	9.5	5	18.9	19.2	-0.3
Ezeiza	Buenos Aires	28.7	33.5	4	17.4	13.0	8	23.1	22.3	0.8
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	26.5	34.4	1	13.8	10.4	5	20.2	20.9	-0.7
Junín	Buenos Aires	27.3	31.1	2	15.7	13.2	4	21.5	21.0	0.5
La Plata	Buenos Aires	27.0	31.8	4	16.6	11.2	8	21.8	21.5	0.3
Las Flores	Buenos Aires	28.2	33.0	1	13.9	7.4	8	21.1	20.8	0.3
Mar Del Plata	Buenos Aires	25.2	32.6	1	13.2	6.7	7	19.2	19.4	-0.2
Nueve de Julio	Buenos Aires	28.0	32.2	1	15.6	13.5	8	21.8	21.2	0.6
Pehuajó	Buenos Aires	27.6	32.3	1	15.5	12.7	4	21.5	20.9	0.6
Pigüé	Buenos Aires	24.3	31.0	1	13.9	12.0	5	19.1	19.6	-0.5
San Pedro	Buenos Aires	30.0	33.5	4	17.3	14.9	4	23.6	22.8	0.8
Tandil	Buenos Aires	27.1	31.7	1	12.3	7.9	8	19.7	18.9	0.8
Tres Arroyos	Buenos Aires	27.7	33.5	1	12.5	7.1	6	20.1	20.0	0.1
Laboulaye	Córdoba	26.8	31.0	1	17.0	15.3	4	21.9	21.3	0.6
Manfredi	Córdoba	27.5	34.2	2	16.5	13.6	4	22.0	21.4	0.6
Marcos Juárez	Córdoba	27.0	31.4	2	16.4	14.0	4	21.7	21.9	-0.2
Pilar	Córdoba	26.4	32.7	2	16.6	14.2	8	21.5	21.8	-0.3
Río Cuarto	Córdoba	25.0	30.3	2	16.2	13.7	6	20.6	21.3	-0.7
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	29.2	33.3	4	17.9	14.7	1	23.5	23.4	0.1
Concordia	Entre Ríos	28.6	31.8	2	18.1	16.4	10	23.4	23.9	-0.5
Galeguaychú	Entre Ríos	29.6	33.5	4	17.9	15.6	4	23.8	23.1	0.7
Paraná	Entre Ríos	27.7	32.2	2	17.7	16.1	10	22.7	23.1	-0.4
Anguil	La Pampa	27.2	33.9	2	14.9	11.2	3	21.1	21.1	-0.1
General Pico	La Pampa	26.8	32.6	1	15.9	13.7	5	21.4	21.8	-0.4
Santa Rosa	La Pampa	26.5	33.6	1	15.1	11.5	3	20.8	21.4	-0.6
Ceres	Santa Fe	29.7	39.5	2	18.8	16.5	4	24.2	23.8	0.4
Rafaela	Santa Fe	27.7	32.7	2	18.0	15.3	4	22.9	23.6	-0.7
Reconquista	Santa Fe	30.2	37.6	2	19.5	17.3	3	24.9	24.8	0.1
Rosario	Santa Fe	28.7	32.5	2	18.1	16.2	10	23.4	23.0	0.4

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron superiores a la normal en el NOA y este del país, mientras que en el oeste de la Patagonia fueron inferiores a la normal debido al sucesivo pasaje de frentes fríos por la zona. En el campo de temperaturas mínimas, predominaron las anomalías positivas respecto del promedio 1991-2020 en la mayor parte del país.

Década 2 MARZO 2026

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	26.3	30.4	15	11.8	6.8	18	19.0	17.6	1.4
Bahia Blanca	Buenos Aires	26.6	30.5	12	14.4	7.4	18	20.5	19.5	1.0
Balcarce	Buenos Aires	27.6	32.1	15	13.8	9.3	18	20.7	18.5	2.2
Bolívar	Buenos Aires	26.6	30.5	15	13.0	10.0	18	19.8	18.7	1.1
Bordenave	Buenos Aires	27.3	31.5	19	14.1	7.2	18	20.7	18.7	2.0
Castelar	Buenos Aires	30.0	35.6	16	17.3	13.0	19	23.6	21.1	2.6
Coronel Suarez	Buenos Aires	25.1	28.1	15	13.2	6.6	18	19.1	17.7	1.4
Ezeiza	Buenos Aires	29.5	35.2	16	16.4	12.0	19	22.9	20.9	2.0
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	25.5	29.5	11	14.2	6.9	18	19.8	19.3	0.5
Junín	Buenos Aires	28.7	33.6	16	15.1	12.0	18	21.9	19.7	2.2
La Plata	Buenos Aires	27.6	34.0	16	15.2	10.8	19	21.4	20.2	1.2
Las Flores	Buenos Aires	28.7	32.0	15	14.1	9.0	19	21.4	19.4	2.0
Mar Del Plata	Buenos Aires	25.3	31.0	15	13.5	8.7	19	19.4	18.0	1.4
Nueve de Julio	Buenos Aires	28.3	32.7	16	15.3	11.9	18	21.8	19.8	2.0
Pehuajó	Buenos Aires	27.4	31.6	15	14.9	10.0	18	21.1	19.3	1.8
Pigüé	Buenos Aires	23.8	27.0	19	13.5	8.8	18	18.6	17.7	0.9
San Pedro	Buenos Aires	31.2	35.3	16	16.9	13.7	19	24.0	21.1	3.0
Tandil	Buenos Aires	26.1	30.6	15	12.1	7.8	18	19.1	17.4	1.7
Tres Arroyos	Buenos Aires	26.6	30.8	15	14.2	8.9	18	20.4	18.3	2.1
Laboulaye	Córdoba	28.5	30.6	12	15.9	10.5	18	22.2	19.9	2.3
Manfredi	Córdoba	28.6	32.7	17	17.1	14.3	18	22.9	20.6	2.2
Marcos Juárez	Córdoba	28.6	31.5	15	15.5	12.3	18	22.0	20.7	1.3
Pilar	Córdoba	27.4	30.4	17	17.4	15.8	13	22.4	20.7	1.7
Río Cuarto	Córdoba	26.2	28.6	13	15.9	12.2	18	21.1	20.1	1.0
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	31.3	34.8	16	16.2	13.1	19	23.7	22.4	1.3
Concordia	Entre Ríos	30.2	33.3	20	17.8	14.5	19	24.0	22.7	1.3
Gualeguaychú	Entre Ríos	30.8	35.5	16	17.3	14.8	19	24.1	21.8	2.3
Paraná	Entre Ríos	28.8	31.7	15	17.3	15.0	19	23.1	21.9	1.2
Anguil	La Pampa	27.9	31.3	15	14.8	7.2	18	21.3	19.8	1.6
General Pico	La Pampa	27.0	30.0	19	15.8	11.8	18	21.4	20.1	1.3
Santa Rosa	La Pampa	27.2	31.3	15	14.9	9.8	18	21.1	19.5	1.6
Ceres	Santa Fe	30.0	33.5	20	18.5	16.0	13	24.2	22.6	1.6
Rafaela	Santa Fe	28.9	32.0	17	17.1	13.1	19	23.0	22.1	0.9
Reconquista	Santa Fe	30.5	36.2	20	19.2	17.0	12	24.9	23.7	1.2
Rosario	Santa Fe	29.6	33.0	16	17.2	14.6	12	23.4	21.5	1.9

2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron anómalamente altas en todo el centro y norte del país, con desvíos de mayor magnitud en el NEA. Hubo registros térmicos superiores a los 36 °C en casi toda la región Norte, con un máximo absoluto de 39.5 °C en Rivadavia (el día 30/3).

Más de la mitad de los días del periodo se alcanzaron los 30 °C en esa misma región. El oeste patagónico registró anomalías negativas de la temperatura máxima media. Las temperaturas mínimas fueron superiores a las normales en el centro y norte, e inferiores en el oeste de la Patagonia, pero extendido también hasta la costa atlántica en Río Negro y Chubut.

Década 3 MARZO 2026

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	24.7	29.4	31	12.5	6.8	24	18.6	16.6	2.0
Bahía Blanca	Buenos Aires	26.3	33.4	30	13.1	7.0	25	19.7	18.2	1.5
Balcarce	Buenos Aires	25.5	28.0	27	14.5	7.4	24	20.0	17.6	2.4
Bolívar	Buenos Aires	25.1	32.1	31	12.9	7.0	22	19.0	17.6	1.4
Bordenave	Buenos Aires	26.9	33.8	31	12.1	4.7	25	19.5	17.5	2.0
Castelar	Buenos Aires	27.3	33.1	31	15.4	6.1	24	21.4	19.8	1.5
Coronel Suárez	Buenos Aires	24.1	29.7	31	11.4	5.0	24	17.8	16.4	1.4
Ezeiza	Buenos Aires	26.9	32.0	31	15.0	5.8	24	20.9	19.7	1.2
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	25.6	31.8	30	12.9	5.9	24	19.2	17.9	1.3
Junín	Buenos Aires	27.2	34.9	31	13.9	5.5	24	20.6	18.5	2.1
La Plata	Buenos Aires	25.4	29.5	31	14.9	7.7	24	20.2	19.0	1.2
Las Flores	Buenos Aires	26.6	32.5	31	13.6	7.5	24	20.1	18.2	1.9
Mar Del Plata	Buenos Aires	24.4	28.3	31	13.9	4.6	24	19.2	17.1	2.1
Nueve de Julio	Buenos Aires	26.1	34.2	31	14.2	8.2	22	20.2	18.6	1.6
Pehuajó	Buenos Aires	26.1	34.2	31	14.4	9.0	22	20.3	18.2	2.1
Pigüé	Buenos Aires	23.7	29.0	31	12.3	6.3	22	18.0	16.5	1.5
San Pedro	Buenos Aires	28.6	34.2	31	15.3	5.9	24	21.9	20.1	1.8
Tandil	Buenos Aires	24.4	28.8	31	12.1	4.3	24	18.2	16.1	2.1
Tres Arroyos	Buenos Aires	25.2	28.6	28	13.2	7.2	26	19.2	17.2	2.0
Laboulaye	Córdoba	28.5	36.5	31	14.9	6.0	22	21.7	18.5	3.2
Manfredi	Córdoba	28.3	35.7	31	15.3	5.9	24	21.8	19.1	2.7
Marcos Juárez	Córdoba	28.4	35.5	31	14.7	5.6	24	21.6	19.5	2.1
Pilar	Córdoba	26.8	34.1	31	15.9	8.7	24	21.4	19.4	2.0
Río Cuarto	Córdoba	26.7	34.6	31	15.4	9.6	24	21.1	18.9	2.2
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	29.6	36.5	30	15.7	6.1	24	22.6	20.4	2.2
Concordia	Entre Ríos	29.6	35.8	30	17.5	10.2	24	23.5	21.3	2.2
Gualeguaychú	Entre Ríos	28.9	35.9	29	16.4	6.7	24	22.7	20.5	2.2
Paraná	Entre Ríos	28.3	35.0	30	17.1	8.5	24	22.7	20.6	2.1
Anguil	La Pampa	27.2	34.4	31	13.2	6.2	23	20.2	18.5	1.7
General Pico	La Pampa	26.5	34.5	31	14.1	7.4	23	20.3	18.9	1.4
Santa Rosa	La Pampa	26.2	32.1	31	13.7	7.7	23	20.0	18.2	1.8
Ceres	Santa Fe	30.0	36.5	30	17.8	10.1	24	23.9	21.3	2.6
Rafaela	Santa Fe	29.0	35.9	30	16.8	7.8	24	22.9	21.1	1.8
Reconquista	Santa Fe	30.1	36.0	29	18.8	11.1	24	24.4	22.4	2.0
Rosario	Santa Fe	28.3	34.6	29	16.2	6.2	24	22.3	20.2	2.1

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

No se registraron heladas en marzo 2026.

2.5 GRADOS DÍA

MARZO 2026

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	282.4	1691.2	189.4	1164.3	3
Bahia Blanca	Buenos Aires	322.2	1917.2	229.2	1389.9	6
Balcarce	Buenos Aires	323.2	1720.4	230.2	1197.8	4
Bolívar	Buenos Aires	299.3	1819.8	206.3	1284.4	4
Bordenave	Buenos Aires	313.9	1902.5	220.9	1375.2	6
Castelar	Buenos Aires	398.4	2204.3	305.4	1660.0	8
Coronel Suarez	Buenos Aires	266.1	1641.5	173.1	1116.4	1
Ezeiza	Buenos Aires	380.0	2191.0	287.0	1650.4	7
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	301.4	1883.8	208.4	1353.1	3
Junín	Buenos Aires	349.8	2027.4	256.8	1487.3	6
La Plata	Buenos Aires	344.0	1950.9	251.0	1415.6	3
Las Flores	Buenos Aires	335.6	1951.6	242.6	1413.6	6
Mar Del Plata	Buenos Aires	287.1	1538.9	194.1	1023.9	3
Nueve de Julio	Buenos Aires	348.3	2061.4	255.3	1520.9	5
Pehuajó	Buenos Aires	339.7	2057.8	246.7	1519.4	5
Pigüé	Buenos Aires	264.8	1691.0	173.0	1168.2	1
San Pedro	Buenos Aires	407.5	2308.7	314.5	1763.1	13
Tandil	Buenos Aires	278.2	1575.2	185.2	1056.1	3
Tres Arroyos	Buenos Aires	305.9	1812.5	212.9	1284.9	3
Laboulaye	Córdoba	369.8	2186.6	276.8	1644.8	8
Manfredi	Córdoba	378.2	2270.9	285.2	1729.1	8
Marcos Juárez	Córdoba	364.5	2132.4	271.5	1590.7	9
Pilar	Córdoba	364.9	2327.7	271.9	1785.0	6
Río Cuarto	Córdoba	338.3	2158.0	245.3	1617.6	4
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	411.5	2088.8	318.5	1635.8	16
Concordia	Entre Ríos	422.6	2462.3	329.6	1916.3	13
Guaqueguaychú	Entre Ríos	418.2	2360.6	325.2	1814.6	12
Paraná	Entre Ríos	397.1	2386.4	304.1	1841.2	9
Anguil	La Pampa	336.0	1357.5 *	243.0	999.1 *	6
General Pico	La Pampa	341.5	2145.3	248.5	1608.5	4
Santa Rosa	La Pampa	327.8	2177.9	234.8	1642.0	5
Ceres	Santa Fe	437.5	2611.7	344.5	2065.7	14
Rafaela	Santa Fe	400.8	2493.7	307.8	1948.5	11
Reconquista	Santa Fe	456.0	2656.4	363.0	2110.4	17
Rosario	Santa Fe	403.2	2335.5	310.2	1790.4	12

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

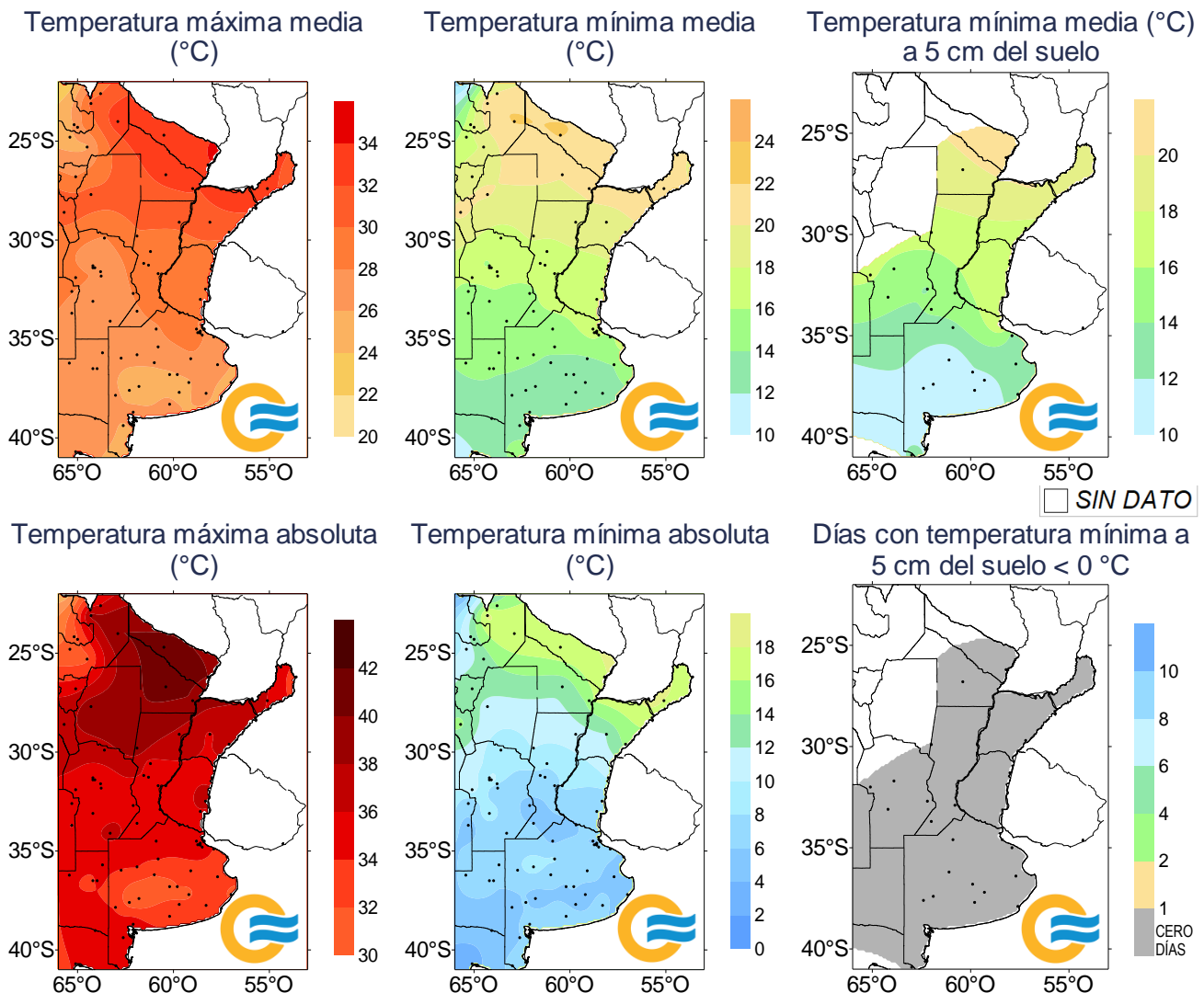
MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

* datos faltantes en enero y febrero de 2026

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

MARZO 2026



2.7 MAPAS DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DE LA TIERRA

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

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

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

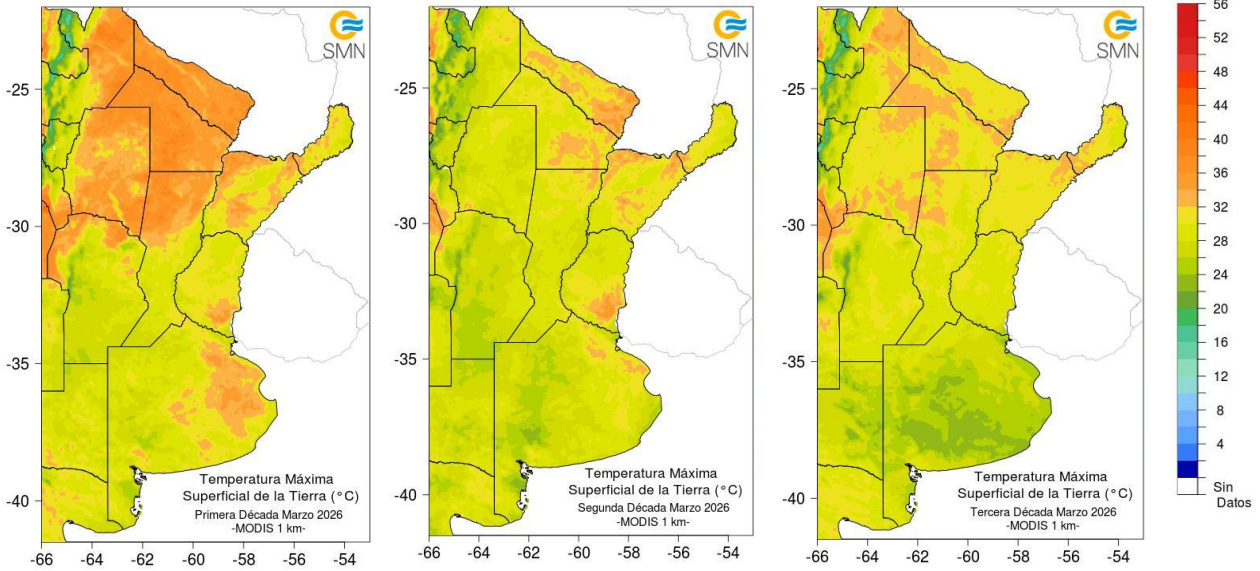
MARZO 2026

Temperatura máxima superficial de la tierra (°C)

DÉCADA 1

DÉCADA 2

DÉCADA 3

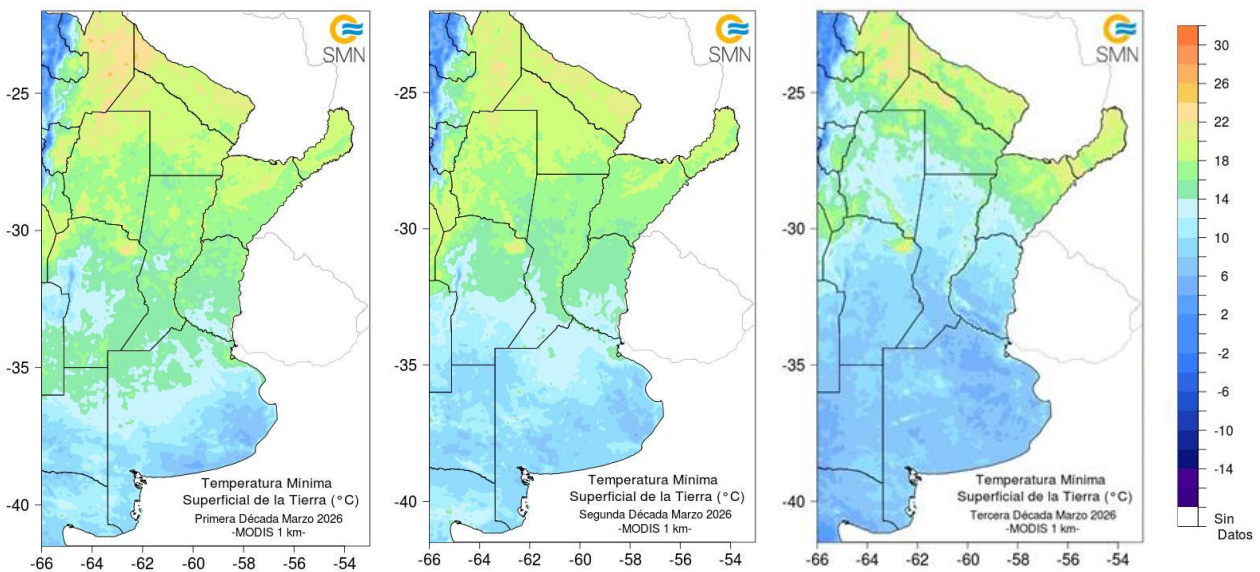


Temperatura mínima superficial de la tierra (°C)

DÉCADA 1

DÉCADA 2

DÉCADA 3



2.8 MONITOREO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

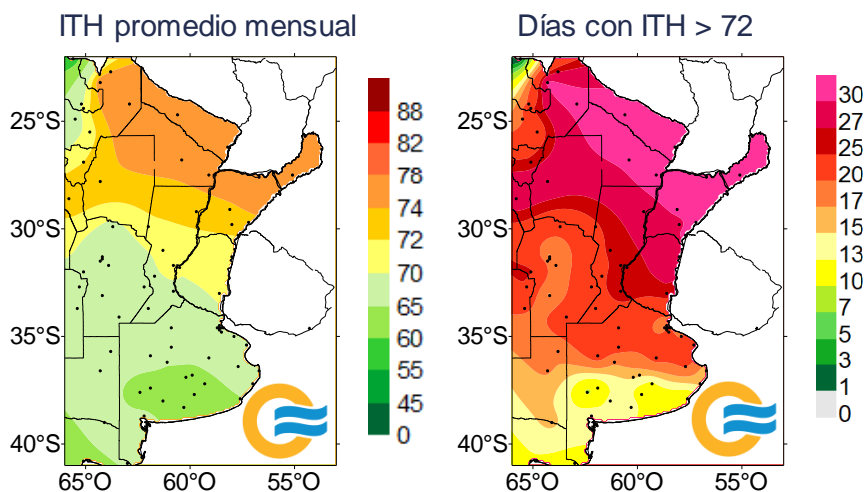
El ITH* es un índice biometeorológico que permite cuantificar el estrés calórico a través de la temperatura y la humedad del aire. Este índice puede ser utilizado para el ganado vacuno, caprino, etc. En particular lo aplicamos a las vacas lecheras, donde se ha establecido que la zona de confort térmico 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:

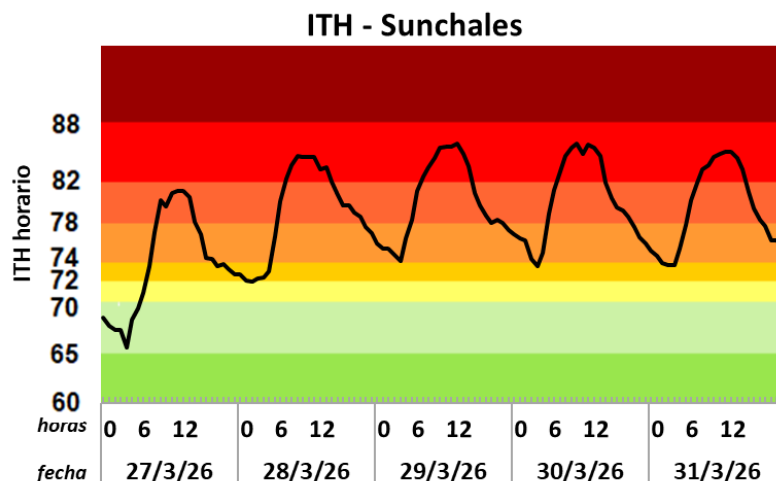
- 1- **mayor a 72** la producción de leche comienza a ser afectada.
- 2- **alerta, ITH entre 74 - 78**, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales.
- 3- **peligro, ITH entre 78 – 82**, la productividad de los animales es altamente disminuida 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 los últimos días de marzo la incursión de una masa de aire de origen tropical, inusual para la época, permitió el rápido desarrollo de una ola de calor excepcionalmente tardía en parte del noreste y centro del país. Esto se vio reflejado en el índice de confort animal ITH principalmente en las localidades de Santa Fe, que registraron condiciones ambientales desfavorables para el confort de los animales del 27 al 31 de marzo de 2026.

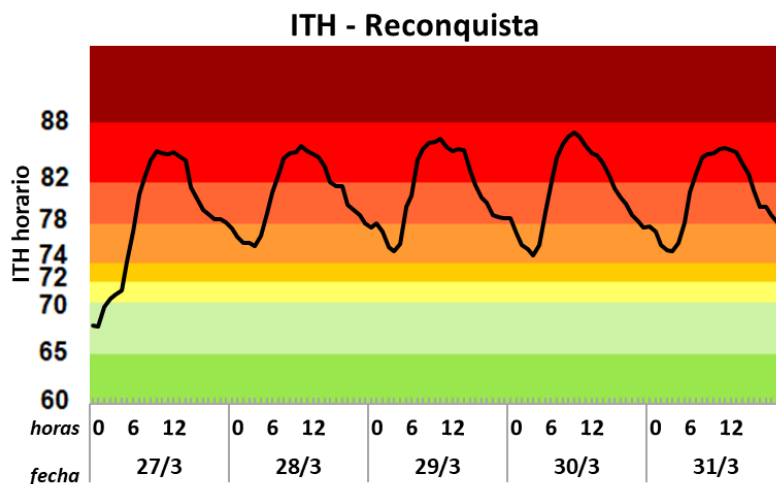
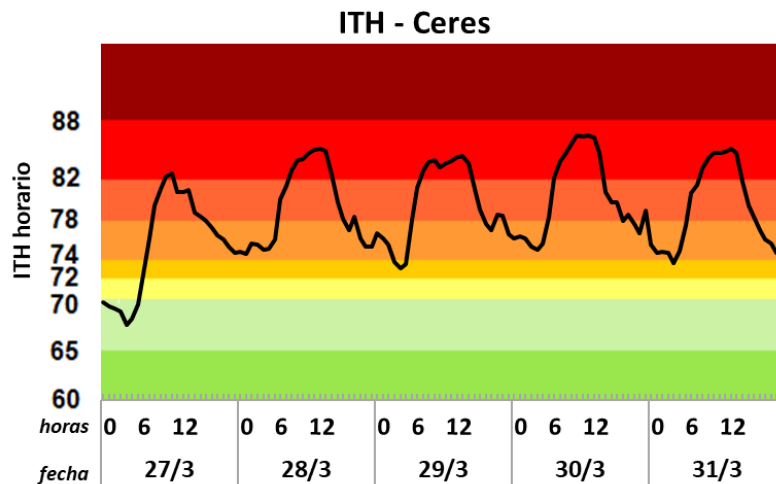
MARZO 2026



En Sunchales el período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado se extendió por casi 4 días, registrándose 93 horas consecutivas con ITH mayor a 72.



En Ceres y en Reconquista el período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado se extendió por casi 5 días, registrándose en Ceres 113 horas consecutivas con el ITH superando el umbral de 72, y en Reconquista 114 horas consecutivas.



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 marzo de 2026.

3.1 PRIMERA DÉCADA

Se registraron precipitaciones en casi todo el país, los montos acumulados más altos, se concentraron en Santiago del Estero, Tucumán y sur de Salta. En consecuencia, los desvíos respecto de la media fueron positivos en el NOA, centro del territorio, gran parte de Cuyo, norte y centro de Santa Fe, oeste de Buenos Aires y varias áreas del sector patagónico; asimismo, en el NEA, la Mesopotamia, sur de Santa Fe y el norte, centro y sudeste de Buenos Aires, las anomalías fueron negativas.

Ocurrieron récords de lluvia decádica, para el período 1981-2010, en Santiago del Estero Aero (237.2 mm) y en Tucumán Aero (186.4 mm).

De acuerdo con la distribución de precipitaciones ocurridas durante esta década, se produjo un marcado humedecimiento de los suelos en la región centro-norte del territorio, donde las condiciones hídricas califican de excesos. En la región de secano, predominan las condiciones de déficit hídrico, según el índice analizado.

Década 1 MARZO 2026

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	23.0	-27.2	1	23.0	2
Bahia Blanca	Buenos Aires	39.0	17.3	2	21.0	2
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-34.7	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	25.0	-28.1	2	22.0	2
Bordenave	Buenos Aires	0.3	-28.6	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	2.0	-40.2	1	1.4	2
Coronel Suarez	Buenos Aires	32.5	6.7	3	23.0	2
Ezeiza	Buenos Aires	0.0	-35.8	0	-	-
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	50.0	32.1	3	28.5	2
Junín	Buenos Aires	23.4	-23.0	1	23.0	2
La Plata	Buenos Aires	1.0	-38.8	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	1.0	-44.3	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.5	-40.1	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	50.0	-1.1	2	30.0	2
Pehuajó	Buenos Aires	19.2	-27.0	1	18.0	2
Pigüé	Buenos Aires	68.5	41.1	3	42.0	2
San Pedro	Buenos Aires	9.1	-39.0	2	4.5	5
Tandil	Buenos Aires	14.0	-25.1	2	11.0	2
Tres Arroyos	Buenos Aires	22.0	-11.5	1	22.0	2
Laboulaye	Córdoba	41.1	-6.6	4	21.0	2
Manfredi	Córdoba	63.4	33.2	3	31.8	8
Marcos Juárez	Córdoba	34.5	-1.5	2	23.0	2
Pilar	Córdoba	53.0	22.1	3	19.0	2
Río Cuarto	Córdoba	54.0	18.5	4	30.0	8
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	2.6	-35.8	1	2.3	3
Concordia	Entre Ríos	24.0	-31.9	3	17.0	6
Galeguaychú	Entre Ríos	2.5	-42.6	1	2.0	3
Paraná	Entre Ríos	47.0	-10.0	3	39.0	2
Anguil	La Pampa	32.8	-7.2	2	19.0	8
General Pico	La Pampa	66.0	19.8	4	38.0	2
Santa Rosa	La Pampa	20.0	-11.5	4	13.0	8
Ceres	Santa Fe	85.2	28.4	4	44.0	2
Rafaela	Santa Fe	38.2	-18.4	2	28.0	2
Reconquista	Santa Fe	76.5	24.5	5	33.0	2
Rosario	Santa Fe	25.2	-25.5	3	12.0	2

3.2 SEGUNDA DÉCADA

Al comienzo de esta década, la presencia de un frente estacionario ubicado en el noreste del país generó algunas precipitaciones en esa región, además también se produjeron algunas lluvias en el noroeste de la Patagonia como consecuencia del pasaje de un sistema frontal frío.

En los días subsiguientes, un sistema de baja presión ubicado en el norte del territorio generó condiciones de inestabilidad atmosféricas, produciendo lluvias y tormentas en la zona, con importante caída de agua en sólo 24 horas. Las precipitaciones más abundantes registradas el día 14/03 fueron: 91 mm en Las Lomitas y 75 mm en Villa María del Río Seco. A mediados de la década, el avance de un frente frío por la región Pampeana generó lluvias y tormentas a su paso, registrándose el día 16/03: 68 mm de precipitación en Coronel Suárez, 65 mm en Pigüé, 64 mm en Tres Arroyos, 59 mm en Benito Juárez, 58 mm en General Pico y 50 mm en Resistencia.

Al finalizar la década, el avance de un frente frío por el sur de Buenos Aires sumado a un sistema de baja presión ubicado en el centro del país, produjeron condiciones de inestabilidad atmosféricas, dando lugar a lluvias y tormentas en la región Pampeana principalmente. Las lluvias diarias fueron muy abundantes, llegando a registrarse 128 mm en Pehuajó y 101 mm en Rosario el día 20/03. En el mapa de la derecha se muestra el resto de las precipitaciones observadas este día.

Con respecto a la lluvia total acumulada en la década, superó los 100 mm en el centro de Formosa y en el oeste y sur de Buenos Aires, siendo también superior a la normal 1991-2020. Otras zonas donde las precipitaciones acumuladas superaron a la climatología son el sur de Cuyo, norte de la Patagonia y casi toda la región Pampeana.

Como consecuencia de la distribución de precipitaciones, se produjo una mejora en el almacenaje de agua en el suelo respecto de la década anterior, aunque se registran excesos hídricos en el centro de Salta, centro de Santa Fe y oeste de Buenos Aires, según este modelo de balance utilizado.

Década 2 MARZO 2026

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	105.4	74.0	4	39.0	17
Bahia Blanca	Buenos Aires	95.0	68.2	5	29.0	16
Balcarce	Buenos Aires	34.4	2.5	4	13.8	16
Bolívar	Buenos Aires	160.0	118.7	6	79.0	20
Bordenave	Buenos Aires	64.9	31.4	4	25.8	19
Castelar	Buenos Aires	37.2	2.3	2	31.0	20
Coronel Suarez	Buenos Aires	127.0	89.3	4	68.0	16
Ezeiza	Buenos Aires	36.2	-0.9	2	25.0	20
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	74.5	48.7	6	35.5	19
Junín	Buenos Aires	8.0	-27.9	1	8.0	17
La Plata	Buenos Aires	55.0	15.8	2	46.0	20
Las Flores	Buenos Aires	51.0	16.2	2	30.0	20
Mar Del Plata	Buenos Aires	68.4	36.9	5	25.0	14
Nueve de Julio	Buenos Aires	128.9	89.8	2	97.0	20
Pehuajó	Buenos Aires	163.0	119.4	4	128.0	20
Pigüé	Buenos Aires	176.0	135.7	5	65.0	16
San Pedro	Buenos Aires	68.3	36.7	2	64.8	20
Tandil	Buenos Aires	91.1	61.7	3	53.0	20
Tres Arroyos	Buenos Aires	143.0	116.2	5	64.0	16
Laboulaye	Córdoba	32.9	-7.4	3	12.0	13
Manfredi	Córdoba	83.3	53.0	3	64.0	20
Marcos Juárez	Córdoba	75.0	37.6	4	64.0	20
Pilar	Córdoba	70.0	35.5	2	59.0	20
Río Cuarto	Córdoba	44.0	7.8	2	32.0	13
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	60.3	24.7	2	45.3	20
Concordia	Entre Ríos	2.8	-38.9	1	2.0	20
Gualeduaychú	Entre Ríos	80.0	43.5	2	69.0	20
Paraná	Entre Ríos	95.2	44.4	1	95.0	20
Anguil	La Pampa	81.8	40.6	4	35.5	19
General Pico	La Pampa	148.0	105.5	5	58.0	16
Santa Rosa	La Pampa	71.0	38.6	5	25.0	15
Ceres	Santa Fe	44.0	-3.9	3	24.0	20
Rafaela	Santa Fe	98.6	54.6	2	95.3	20
Reconquista	Santa Fe	3.5	-38.8	1	3.0	14
Rosario	Santa Fe	109.0	63.7	2	101.0	20

3.3 TERCERA DÉCADA

Durante el período analizado, se destacó un frente frío que se ubicaba sobre el sur de San Luis, norte de La Pampa y sudoeste de Buenos Aires, que avanzó hacia el noreste transformándose en estacionario y fluctuó su movimiento entre el centro de Santa Fe y sur de Entre Ríos y el norte de Formosa y de Misiones, retrocediendo hacia el final de la década hasta el centro y sudeste de Buenos Aires. Mientras tanto, varios sistemas frontales atravesaron la Patagonia de oeste a este, sin actividad significativa asociada.

Las áreas afectadas por el frente antes descrito fueron las que recibieron los mayores montos de precipitación, que también representaron las anomalías positivas más importantes. Las estaciones que registraron más de 100 mm de lluvia fueron las siguientes:

Localidad	Provincia	Lluvia diaria (mm)	Anomalía (mm)
Azul Aero	Buenos Aires	238.2	32.3
Olavarría Aero	Buenos Aires	211.2	30.1
Resistencia Aero	Chaco	150.0	48.7
Dolores Aero	Buenos Aires	130.0	28.0
Nueve De Julio	Buenos Aires	119.0	49.2
Bolívar Aero	Buenos Aires	109.0	42.3
Benito Juárez Aero	Buenos Aires	105.4	19.6
Las Flores Aero	Buenos Aires	102.0	38.6

Las intensas recargas del centro-oeste de Buenos Aires llevaron el almacenaje a niveles excesivos; en algunas zonas del norte del Litoral las lluvias compensaron a las altas temperaturas que potenciaban la evapotranspiración, recuperando levemente la humedad previamente deficitaria, mientras que en el resto de la región productiva de secano predominaron los desecamientos. En el centro de la provincia de Santa Fe se observa un núcleo de contenido hídrico óptimo.

Década 3 MARZO 2026

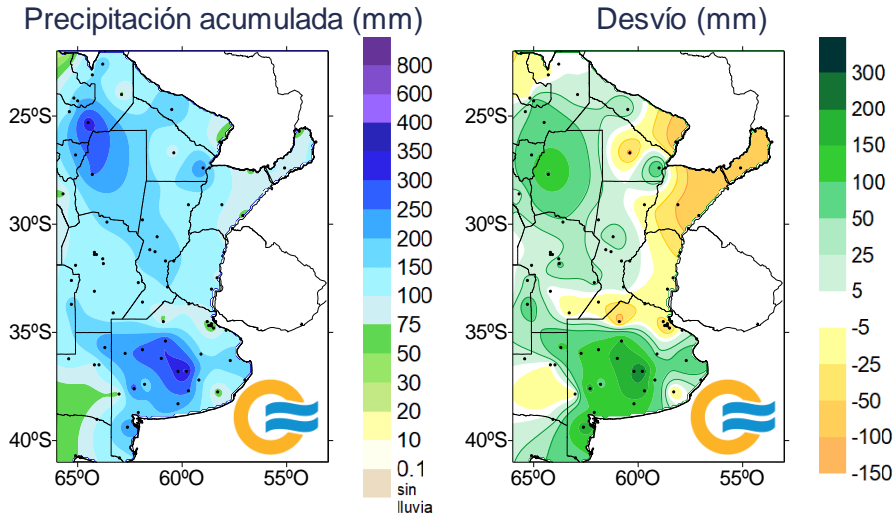
Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	238.2	205.9	3	171.0	28
Bahia Blanca	Buenos Aires	38.8	16.6	4	17.0	30
Balcarce	Buenos Aires	24.3	6.5	2	16.0	31
Bolívar	Buenos Aires	109.0	66.7	4	58.0	31
Bordenave	Buenos Aires	1.6	-21.0	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	25.2	-8.4	3	15.0	27
Coronel Suarez	Buenos Aires	9.0	-20.8	2	5.0	22
Ezeiza	Buenos Aires	22.8	-4.4	2	12.0	28
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	111.7	95.3	3	97.0	30
Junín	Buenos Aires	35.0	-11.1	4	20.0	31
La Plata	Buenos Aires	48.5	21.1	3	34.0	29
Las Flores	Buenos Aires	102.0	63.4	4	52.0	28
Mar Del Plata	Buenos Aires	35.1	11.9	3	19.0	31
Nueve de Julio	Buenos Aires	119.0	69.8	4	87.0	31
Pehuajó	Buenos Aires	79.0	40.3	3	58.0	31
Pigüé	Buenos Aires	40.0	9.7	4	23.0	31
San Pedro	Buenos Aires	22.1	-18.6	2	18.8	27
Tandil	Buenos Aires	76.0	52.8	3	33.0	21
Tres Arroyos	Buenos Aires	52.0	32.5	3	23.0	31
Laboulaye	Córdoba	31.4	-9.2	2	26.0	31
Manfredi	Córdoba	5.6	-26.9	1	5.3	27
Marcos Juárez	Córdoba	31.0	-5.2	4	18.0	27
Pilar	Córdoba	5.0	-27.1	1	5.0	27
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-30.2	0	-	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	32.3	3.9	4	24.5	22
Concordia	Entre Ríos	78.0	39.3	4	36.0	21
Gualeduaychú	Entre Ríos	30.0	-16.8	4	22.0	22
Paraná	Entre Ríos	20.0	-19.7	3	14.0	22
Anguil	La Pampa	14.6	-22.9	1	14.3	31
General Pico	La Pampa	30.0	-11.9	2	19.0	31
Santa Rosa	La Pampa	4.7	-30.4	1	4.0	31
Ceres	Santa Fe	25.9	-16.8	3	16.0	22
Rafaela	Santa Fe	16.8	-28.5	2	12.5	22
Reconquista	Santa Fe	38.0	-6.1	3	15.0	22
Rosario	Santa Fe	21.5	-21.0	2	19.0	27

Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

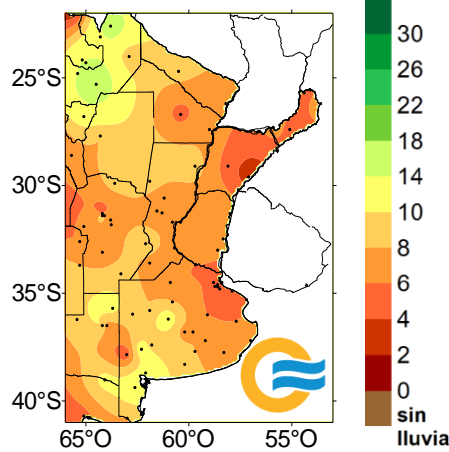
PD: precipitación (mm) total de la década	Dllu: días con precipitación > 1 mm
DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1991-2020	DN: desvío del promedio
MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas	DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

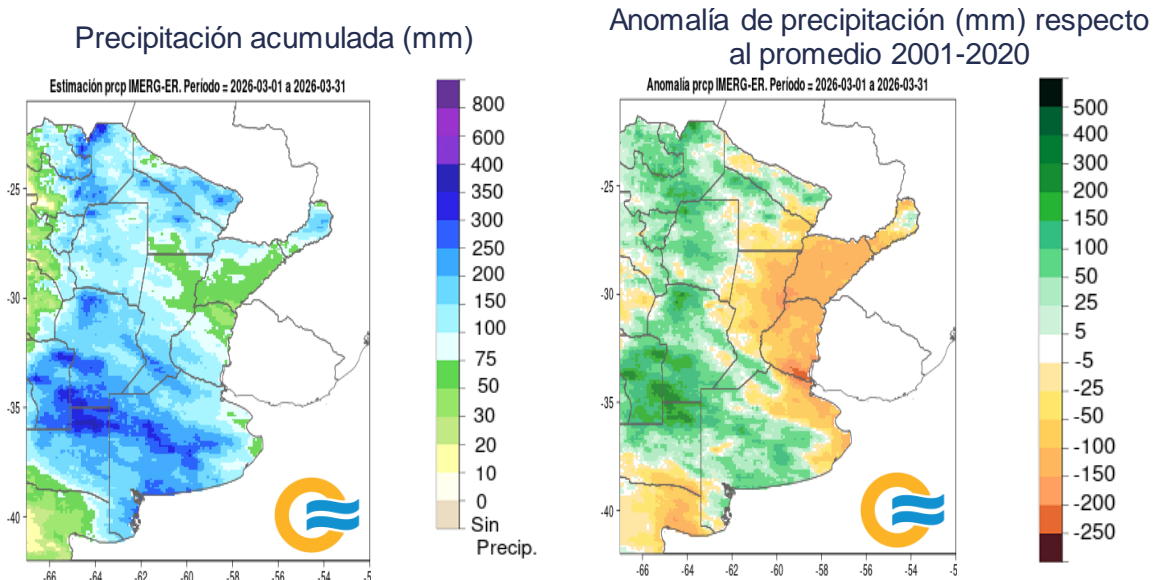
MARZO 2026



Días con precipitación



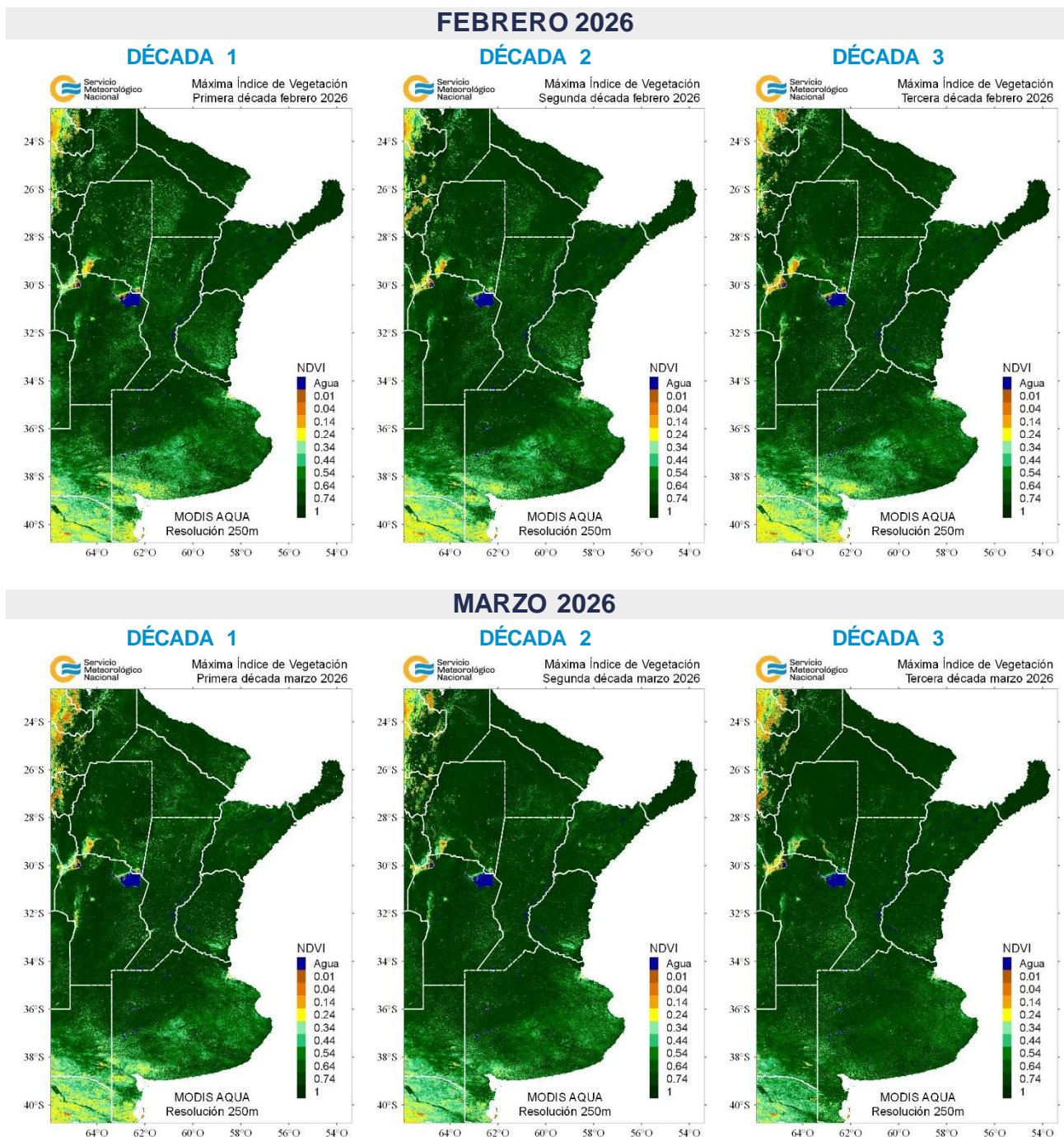
PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER MARZO 2026



4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

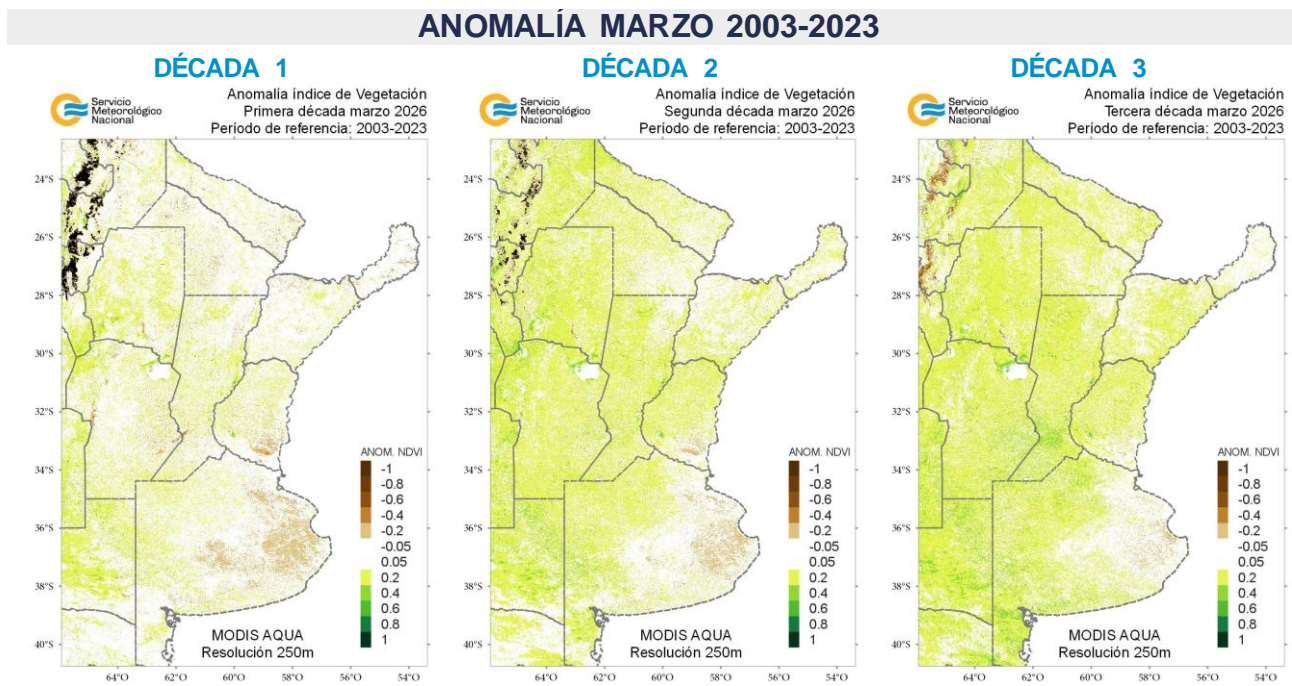
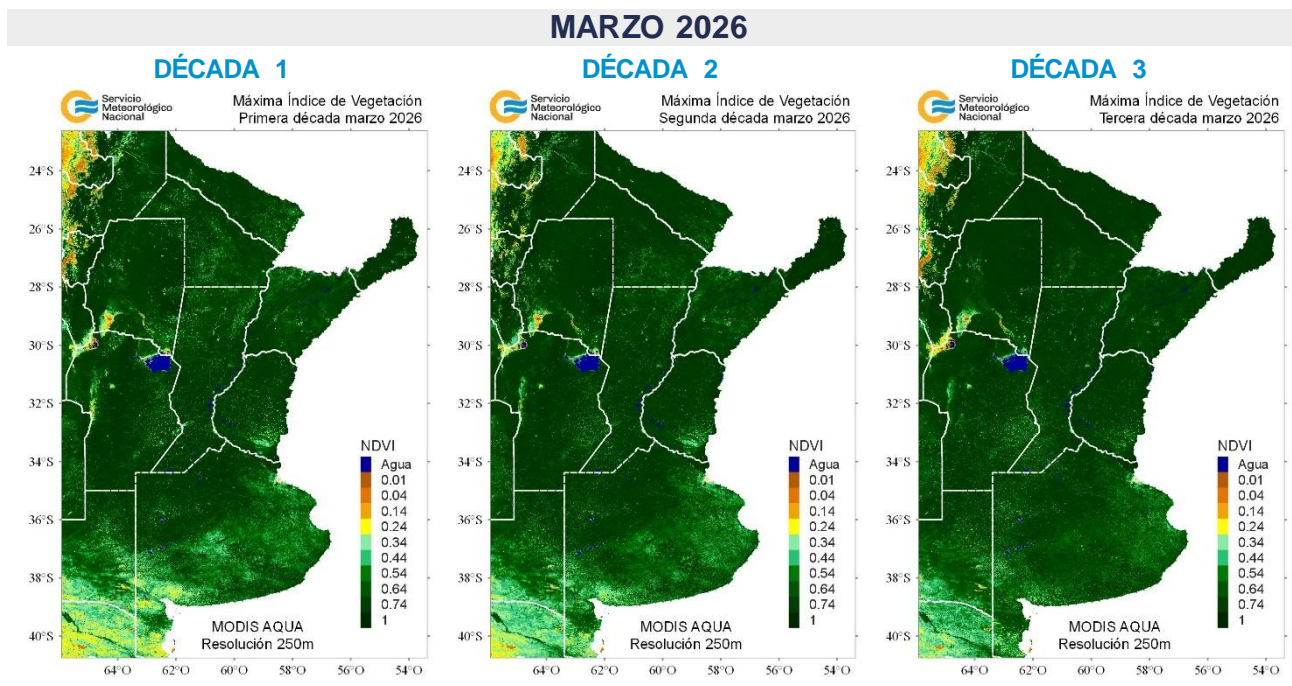
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de febrero y marzo de 2026. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. En la mayor parte de la zona productora de cultivos de secano se observa un leve aumento de la actividad fotosintética, en parte asociado a los cultivos de verano tardíos que se encuentran en etapa de llenado de granos.



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 marzo de 2026 y su anomalía respecto al promedio 2003-2023 (período de referencia). El mapa de anomalía del índice de vegetación es la resultante de la diferencia entre las décadas del mes actual finalizado y el periodo de referencia. Los tonos marrones corresponden a un índice de vegetación menor con respecto al periodo de referencia, los tonos verdes corresponden a un índice de vegetación mayor con respecto al periodo de referencia y el blanco que se mantienen iguales o muy poca variación respecto al periodo de referencia.

Se observan anomalías negativas respecto del promedio 2003-2023 en el este de la región y principalmente en la primera década donde el área es mayor.



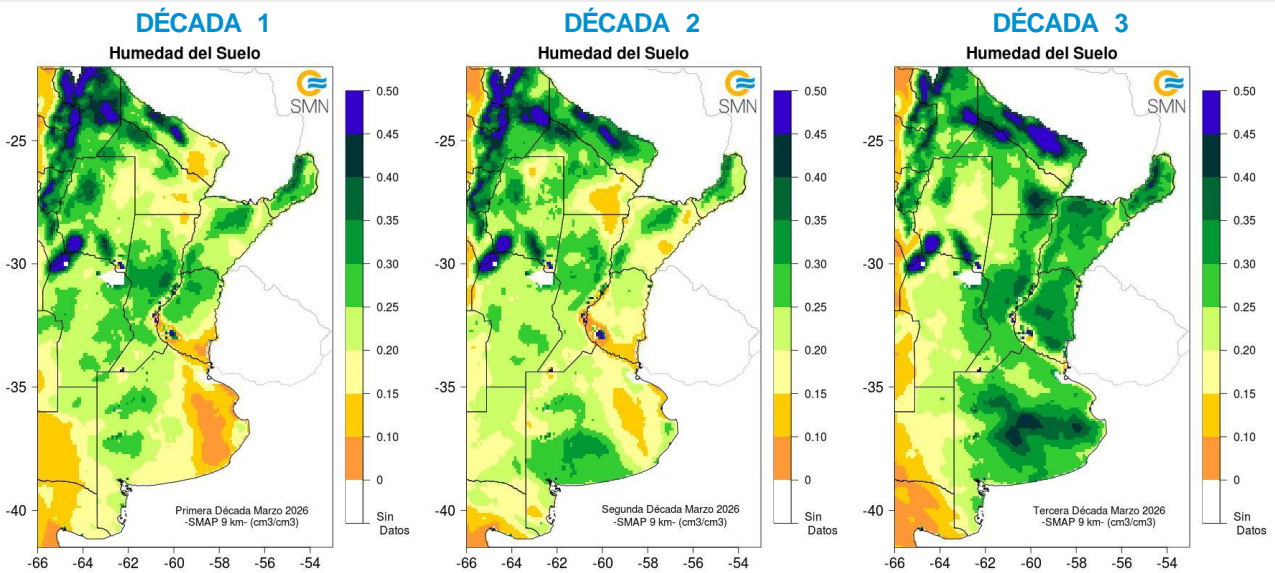
4.3. HUMEDAD DEL SUELO

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.

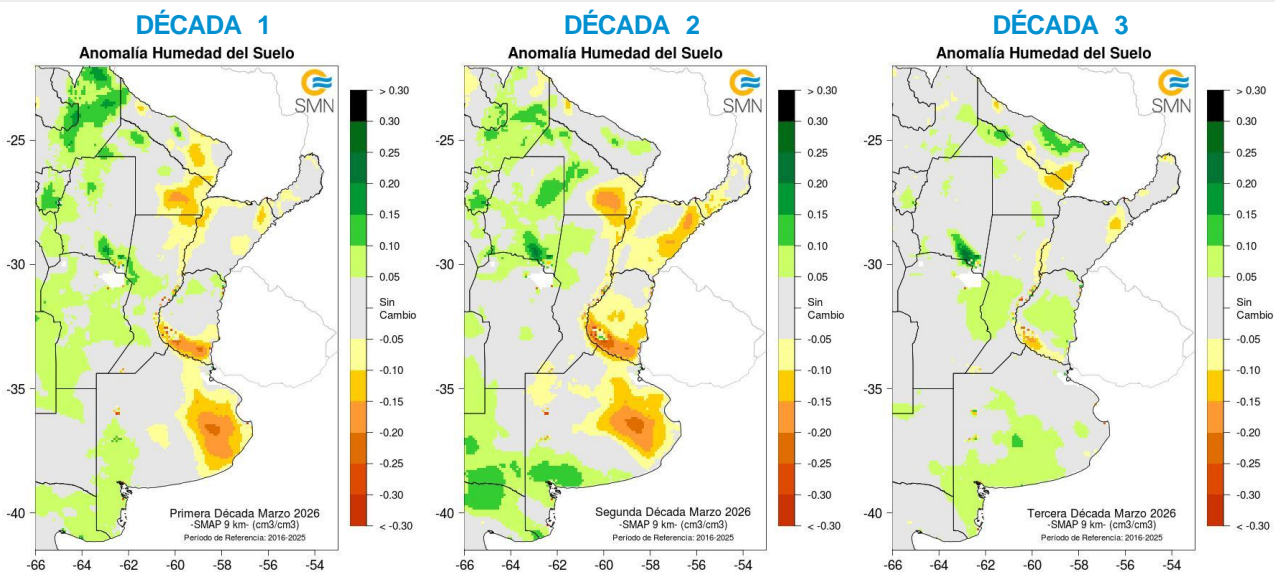
Los valores de la estimación son una representación de la humedad volumétrica del suelo (m^3/m^3), es decir, la relación entre el volumen de agua y el volumen total del suelo (considerando la fase sólida, líquida y gaseosa presente en el suelo).

Se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2026 respecto al periodo 2016-2025, para cada década y se observa una anomalía negativa en el sector este de la zona productora de cultivos de secano.

MARZO 2026 HUMEDAD DEL SUELO



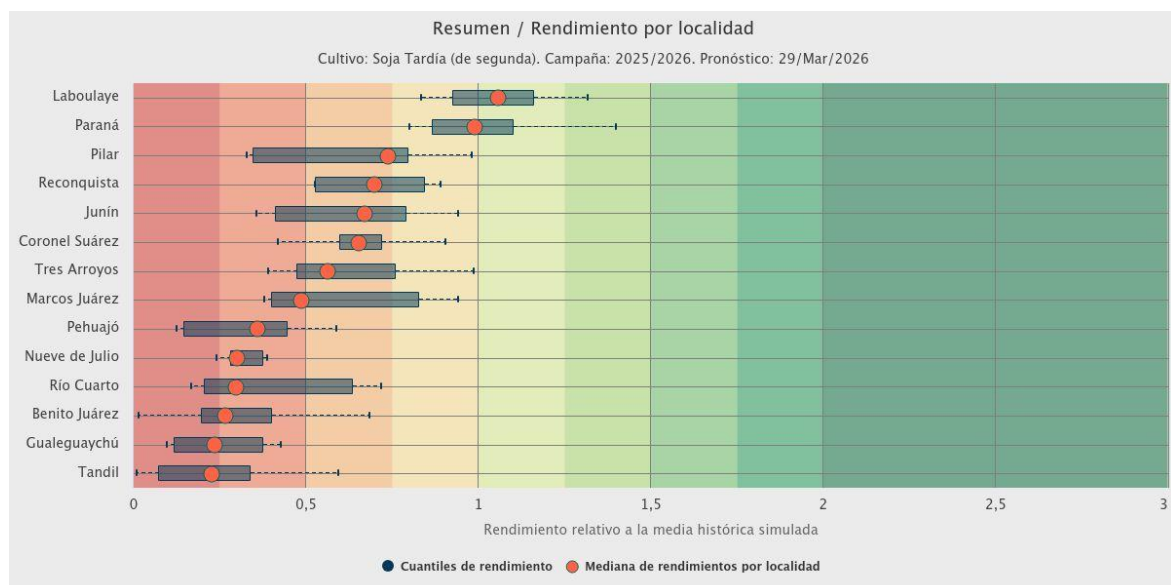
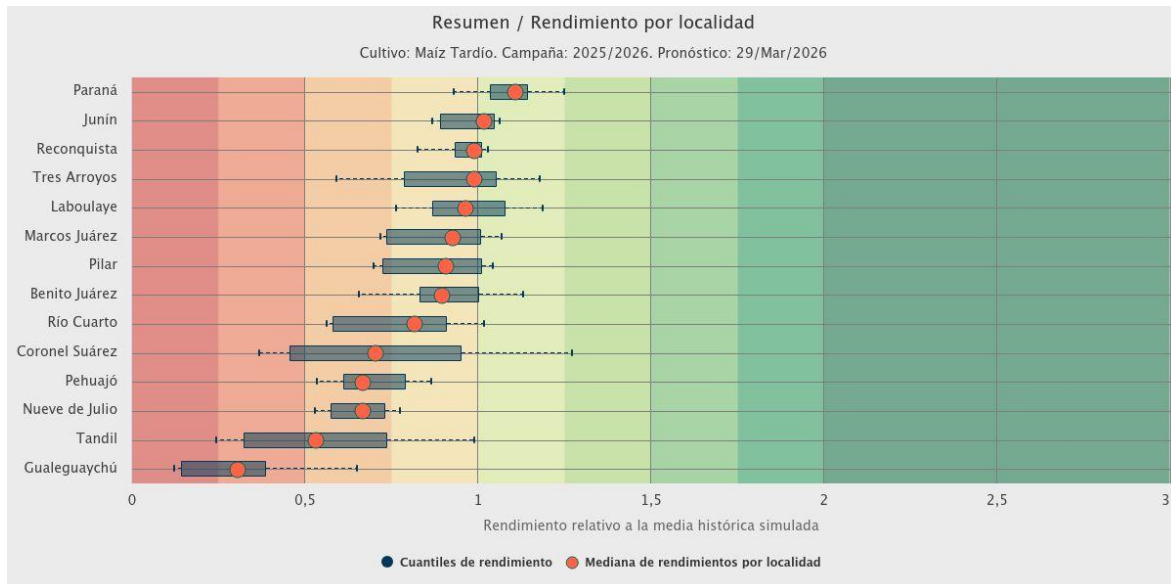
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

ProRindes es una herramienta para estimar el rendimiento de soja, maíz, trigo y cebada en varias localidades de la región Pampeana y a lo largo de toda una campaña agrícola. En este momento del año se simula el rendimiento de maíz y soja. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 29/03/2026 (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 el maíz y la soja de siembra tardía en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Las perspectivas de rinde de maíz prevén valores en torno a la mediana en las localidades ubicadas en las regiones I, II norte y II sur. El resto de las regiones presentan un decaimiento en los rindes simulados. La soja tardía muestra rendimientos por debajo de la mediana de todas las localidades simuladas a excepción de Laboulaye y Paraná (esta última presenta pronósticos de rindes levemente por debajo de la mediana).



DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

TEMPERATURA

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

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

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

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

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

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

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

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

TEMPERATURA SUPERFICIAL DE LA TIERRA

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

Las temperaturas mínimas, son calculadas a partir de las imágenes nocturnas (02 a 06 UTC), y las temperaturas máximas sólo con la información diurna (14 a 18 UTC). Durante el procesamiento se aplica un

filtro de calidad en las imágenes, para que sólo sean utilizados los píxeles que posean un error de estimación menor a 1°C.

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

Más información:

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

GRADOS DIAS

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

GD: Temperatura media diaria - Temperatura base

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

PRECIPITACIONES

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

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

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

PRECIPITACIÓN ESTIMADA IMERG_ER

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

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

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

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

Las **anomalías de la precipitación estimada** por satélite representan el desvío del valor de precipitación acumulada respecto a un valor de referencia histórico. El valor de referencia está calculado estadísticamente para el período 2001-2020. Valores positivos de anomalías representan lluvias que superan este valor de referencia.

Más información:

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

NDVI (índice de vegetación normalizado)

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

Las series temporales de NDVI, muestran la tendencia del desarrollo de la vegetación natural y de los cultivos.

Se obtiene a partir del cálculo de los máximos valores de una composición de 10 días, utilizando imágenes del sensor MODIS a bordo de la plataforma satelital Aqua con una resolución espacial de 250 metros.

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

HUMEDAD DEL SUELO

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

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

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

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

PRORINDES

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



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

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

El pronóstico se actualiza semanalmente en:

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

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

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

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

ANEXO

INFORME TÉCNICO SOBRE LA HERRAMIENTA PRORINDES (julio 2022)

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

María Gabriela Marcora¹, Ferreira Lorena¹, Olga Penalba², Federico Stainoh^{2,3}, Vanesa Pántano²
¹ Dirección de Servicios Sectoriales. Dirección Nacional de Pronóstico y Servicios para la Sociedad. Servicio Meteorológico Nacional.

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

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

Introducción

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

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

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

Los resultados de ProRindeS se pueden consultar en la página web <https://prorindes.smn.gob.ar/>.

Si bien es una herramienta que está disponible para todos los usuarios, está destinada principalmente a los tomadores de decisiones del sector agrícola. La misma brindará soporte principalmente para establecer relaciones de mercado o cuestiones de logística y acopio en el sector. Las actualizaciones de los pronósticos se realizan una vez por semana y se pueden visualizar de manera inmediata en el sitio web.

Este documento presenta una *primera sección* con una recopilación de los aspectos técnicos, principales configuraciones, limitaciones (Rocha A. 2015; Bonhaure D. y Koda V. 2018) y el trabajo operativo que realiza actualmente el SMN con la herramienta de ProRindeS y una *segunda sección* con los resultados de investigaciones producto de la vinculación entre el SMN y el grupo de investigación "Variabilidad climática de eventos extremos de precipitación. Impactos" del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

1. Aspectos técnicos y operativos del sistema ProRindeS

1.1 Principales componentes del sistema ProRindeS

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

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

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

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

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



Figura 1: Localidades argentinas en donde se realizan las simulaciones de ProRinde S.
(<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.

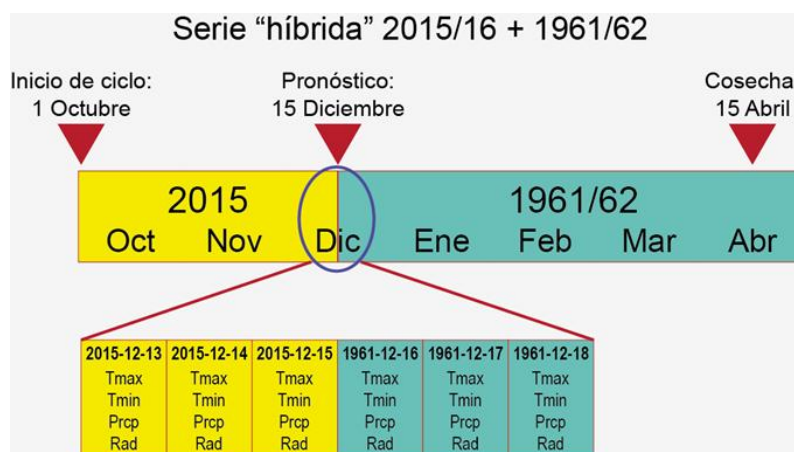


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos.(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

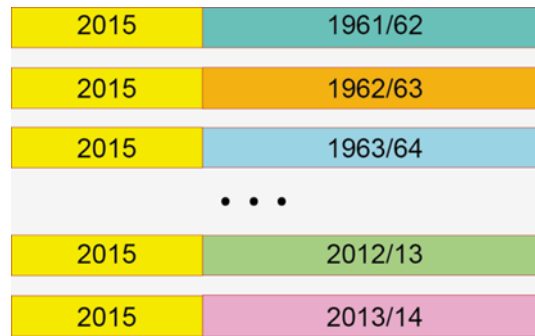


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

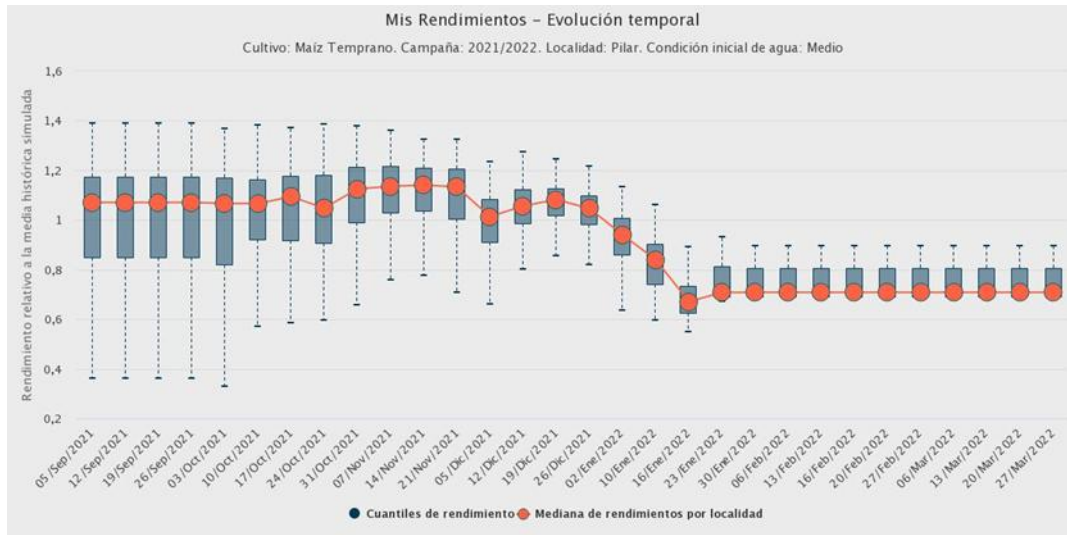


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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 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.

2.1 Introducción

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

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

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

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

2.2 Materiales y Métodos

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

- a. Datos diarios observados de precipitación;
- b. Rendimientos de trigo simulados por el modelo DSSAT (modelo de simulación agronómica, calibrado localmente: Rocha, 2015), asociados al genotipo más representativo de la localidad, suelo, manejo del cultivo (ciclo largo) y contenido de agua inicial al momento de la siembra (bajo: 20% capacidad de campo -CC-, medio: 50% CC, alto: 100% CC) (<https://prorindes.smn.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.

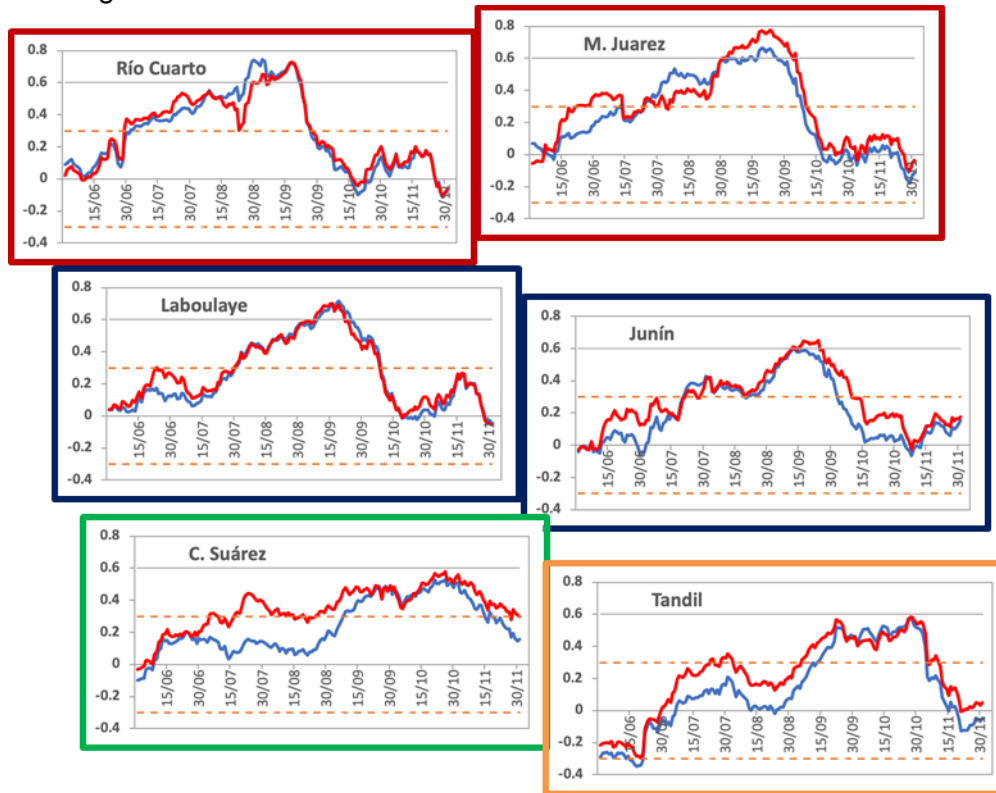


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

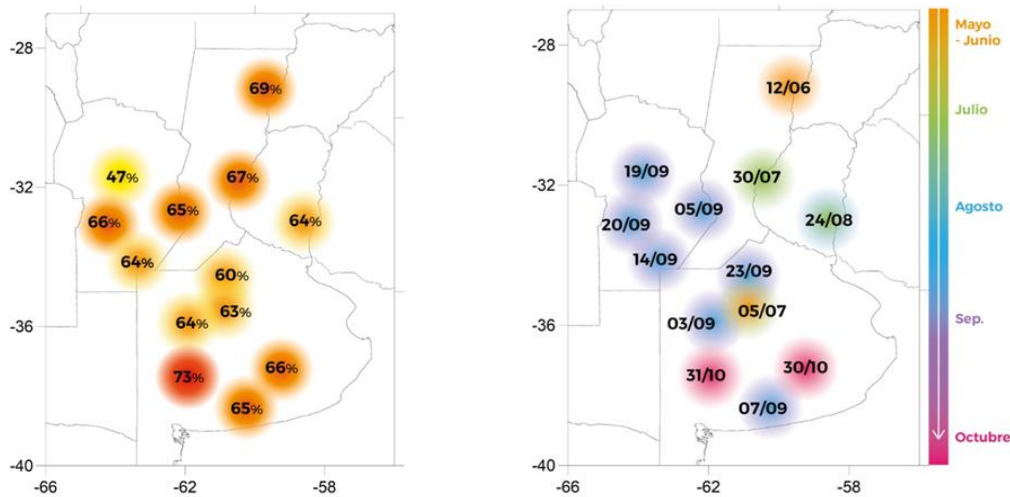


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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).

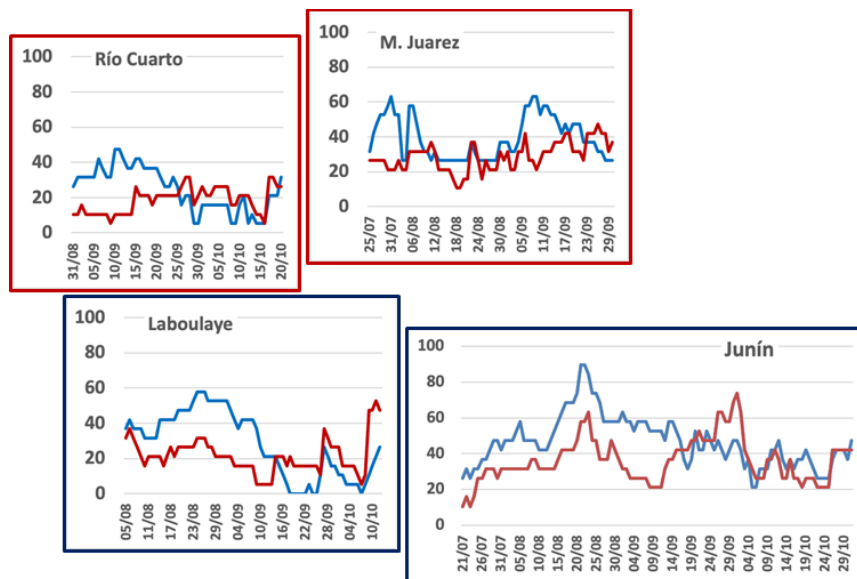




Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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.

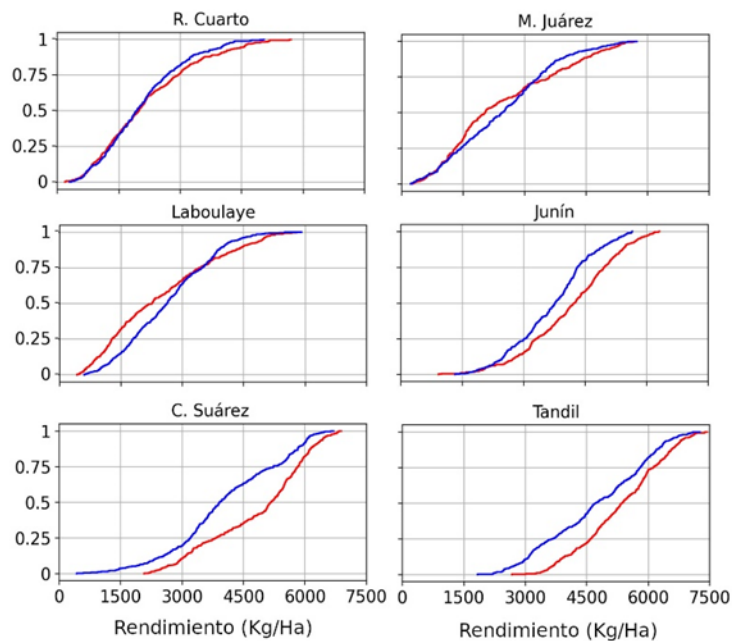


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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



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

www.smn.gob.ar

