

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

DICIEMBRE 2025

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

Editores:

Elida Carolina González Morinigo
Lorena Judith Ferreira


Redactores:


Elida Carolina González Morinigo
Natalia Soledad Bonel
María Eugenia Bontempi
María Gabriela Marcora

Colaboradores:


Silvana Carina Bolzi
Cam Córdoba Fradinger

*Dirección Servicios Sectoriales
Servicio Meteorológico Nacional*


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


 +54 11 5167 6767 | interno 18901

 agro@smn.gov.ar

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

 SMN.ar

 smn_argentina

 smn_argentina

 smnPRENSA

ÍNDICE

1

Generalidades

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

2

Temperatura

- | | | |
|-----|---------------------------------|----|
| 2.1 | Temperatura media 1ra década | 5 |
| 2.2 | Temperatura media 2da década | 6 |
| 2.3 | Temperatura media 3da década | 7 |
| 2.4 | Heladas | 9 |
| 2.5 | Grados día | 11 |
| 2.6 | Mapas de temperatura | 12 |
| 2.7 | Índice de temperatura y humedad | 12 |

3

Precipitación

- | | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 3.1 | Precipitación acumulada 1ra década | 14 |
| 3.2 | Precipitación acumulada 2da década | 16 |
| 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 los cultivos de maíz y soja tempranos
(fecha de inicio: 28/12/2025) | 24 |
|-----|--|----|

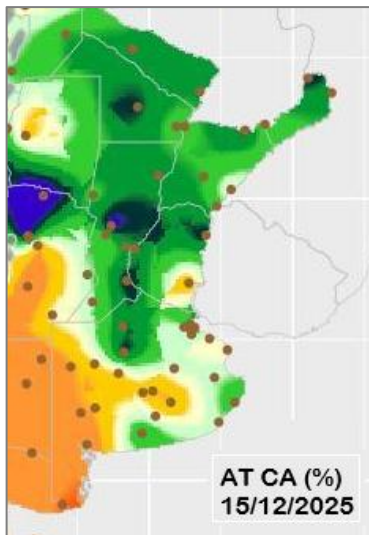
	Definición y abreviaturas de parámetros empleados	25
--	---	----

	Anexo: informe técnico sobre ProRindes	27
--	--	----

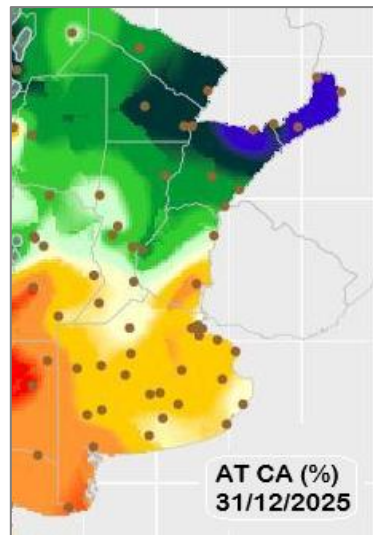
1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE DICIEMBRE 2025.

Avanza la cosecha de cebada y trigo con rindes superiores a los promedios zonales, aunque se denota un decaimiento en la calidad de los granos.

Prosigue la siembra de maíz, soja y sorgo de segunda ocupación, mientras que las variedades tempranas se observan transitando el final de la etapa vegetativa del ciclo ontogénico o en la fase reproductiva, según las zonas.

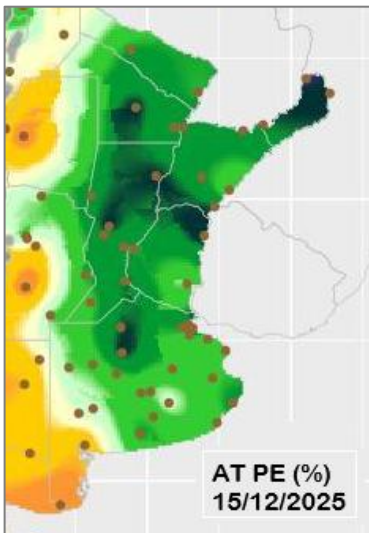


Porcentaje de agua total en la capa arable el día 15 de diciembre de 2025

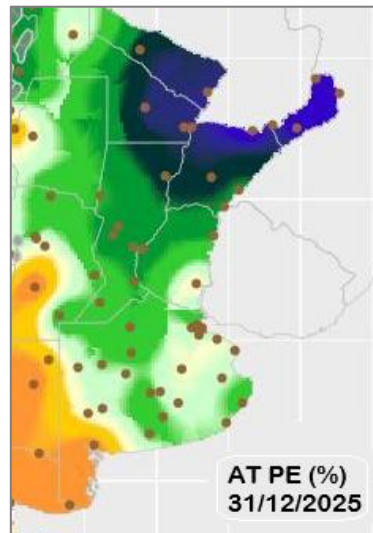


Porcentaje de agua total en la capa arable el día 31 de diciembre de 2025

Capa arable (primeros 10 cm)



Porcentaje de agua total en el perfil del suelo el día 15 de diciembre de 2025



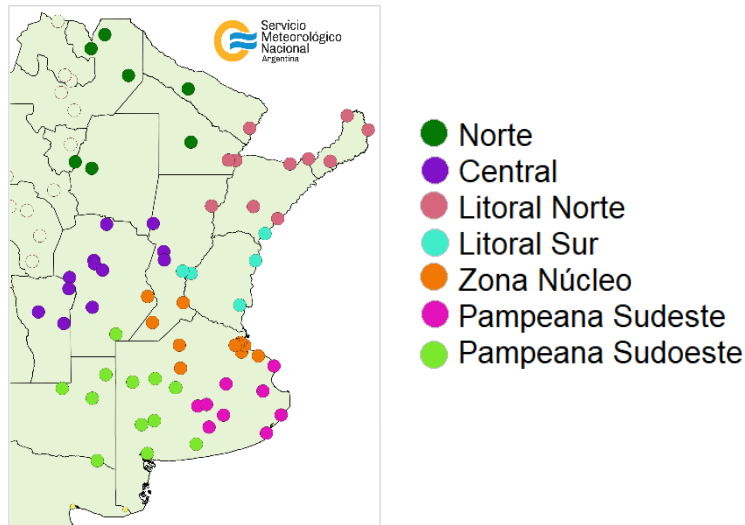
Porcentaje de agua total en el perfil del suelo el día 31 de diciembre de 2025

Perfil (profundidad 1m)

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 1981-2024. 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:



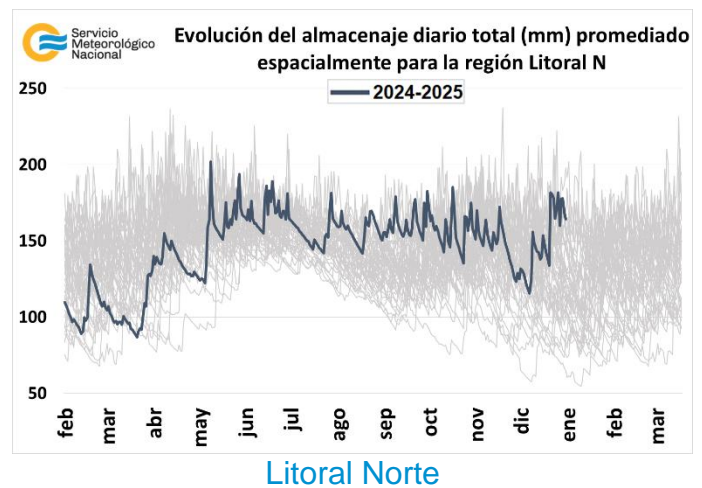
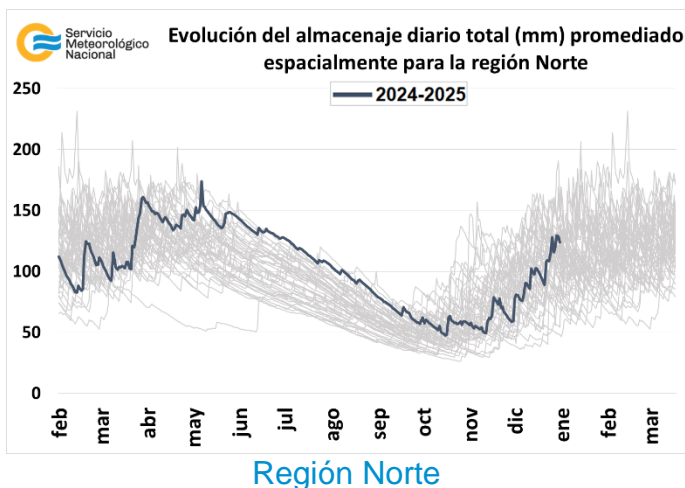
En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

En la región Norte las precipitaciones ocurridas a lo largo del mes fueron mayormente superiores a la climatología, produciendo un notable aumento en el almacenaje de agua en el suelo.

En la zona Litoral Norte se produjeron las precipitaciones fueron muy abundantes, esto produjo un marcado aumento en el contenido de humedad en el suelo, llegando a condiciones de excesos hídricos.

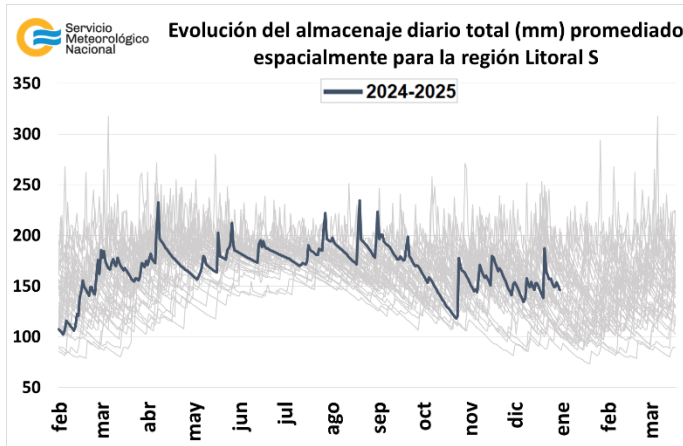
El sur del Litoral las lluvias más importantes ocurrieron en la segunda década de diciembre, produciendo excesos hídricos que no permanecieron por mucho tiempo. Al finalizar el mes las condiciones hídricas de los suelos iban de buenas a regulares.

En la zona Núcleo y en el sudeste de la región Pampeana, las mayores precipitaciones se produjeron en la segunda década, mientras que en las otras 2 décadas fueron escasas, esto permitió que los suelos se recuperen de los excesos hídricos.

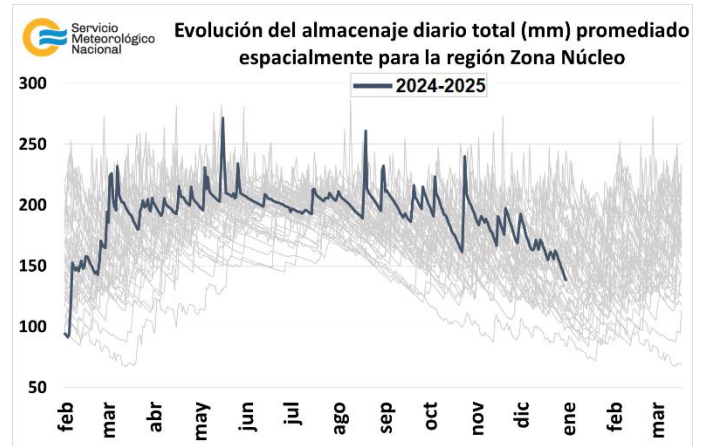


En el sudoeste de la pradera Pampeana el almacenaje de agua en el suelo presenta una tendencia negativa. Las condiciones hídricas edáficas van de buenas en el oeste a excesos en el sector este.

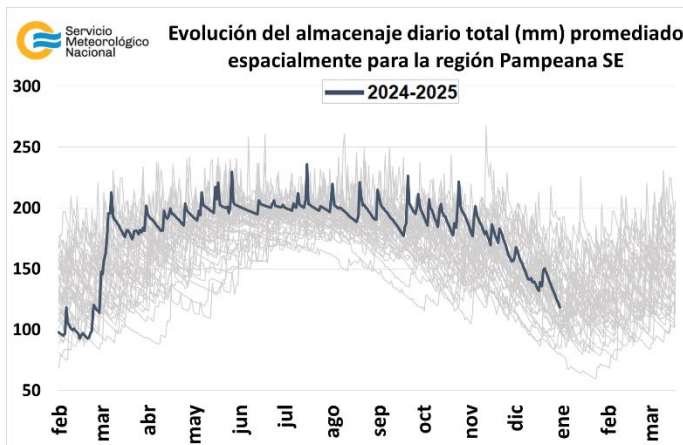
En la región central ocurrieron precipitaciones a lo largo del mes, las más abundantes se registraron en la segunda década. Esto produjo un aumento en el contenido de agua en el suelo, encontrándose entre los valores medios desde 1981.



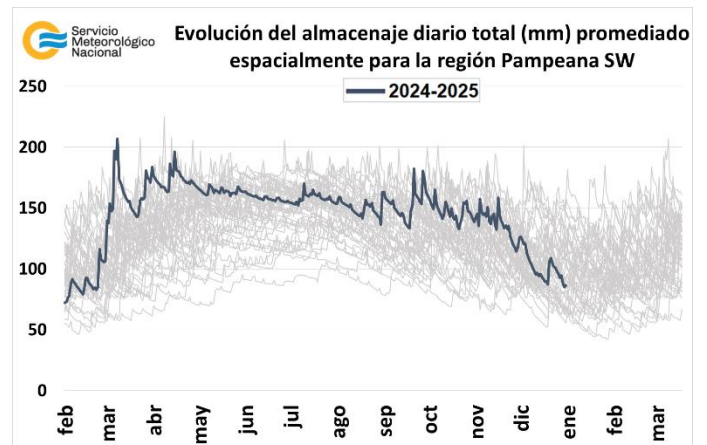
Litoral Sur



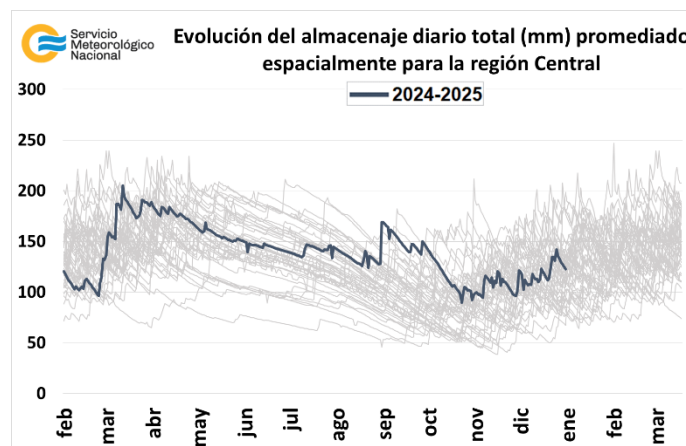
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

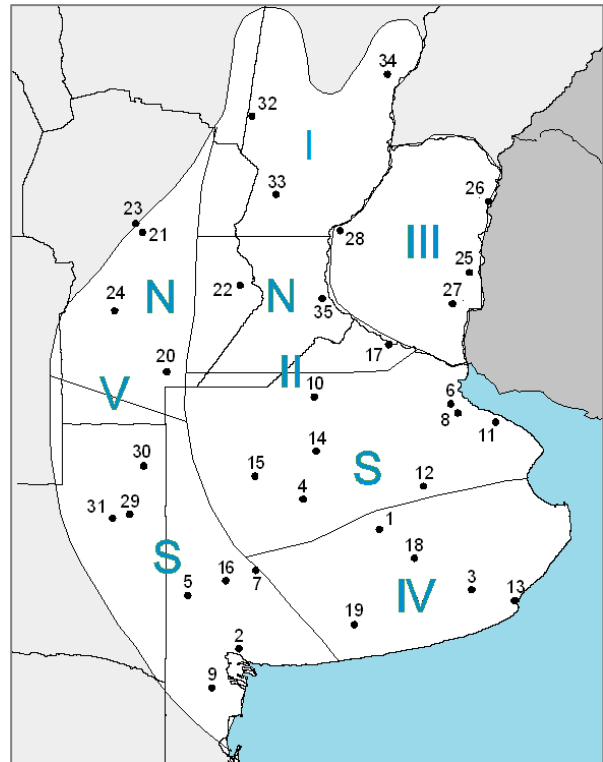


Región Central

1.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS POR REGIONES.

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

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



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

REGIÓN I: avanza la cosecha de girasol, con interrupciones por las precipitaciones registradas, sin presencia de plagas ni enfermedades. Los maizales presentan un buen estado general y se encuentran en la etapa de llenado de granos. Prosigue la siembra de soja con interrupciones debido a las precipitaciones registradas.

REGIÓN II NORTE: los girasoles se observan en fase desde floración hasta madurez fisiológica, según las zonas. Prosigue la siembra del maíz de segunda ocupación, mientras que los más tempranos alcanzaron la etapa de llenado de granos. La soja de primera ocupación ingresó en la fase reproductiva del ciclo, en tanto las variedades tardías se hallan en pleno desarrollo vegetativo. El sorgo granífero de primera siembra se halla en la etapa de llenado de los granos, mientras los lotes tardíos evolucionan en sus etapas vegetativas.

REGIÓN II SUR: la cosecha de cebada se halla prácticamente finalizada, obteniéndose buenos rendimientos en general. Culminó la cosecha de trigo con buenos rindes, aunque la calidad de los granos se vio afectada por bajos niveles de proteína y gluten. Los maizales alcanzaron el estado de floración, mientras que, los sembrados tardíos transitan la fase vegetativa del ciclo ontogénico. Prosigue la siembra de soja y sorgo granífero, mientras que los lotes más avanzados se hallan en pleno desarrollo vegetativo.

REGIÓN III: los girasoles se hallan en la etapa de llenado de granos, mostrando un buen estado general. Los maizales de primera ocupación alcanzaron la etapa de llenado de granos, en tanto prosigue la siembra de las variedades tardías. La soja se observa avanzada en sus etapas vegetativas del ciclo ontogénico o en inicio de floración.

REGIÓN IV: culminó la cosecha de cebada con rendimientos superiores al promedio zonal. Avanza la cosecha de trigo con rindes superiores a los valores medios esperados. Los girasoles más avanzados en su fenología se observan en las primeras etapas reproductivas del ciclo, mientras que los lotes tardíos se visualizan en estado vegetativo. Los maizales presentan un buen crecimiento vegetativo.

REGIÓN V NORTE: avanza la cosecha de trigo obteniéndose rendimientos superiores al promedio zonal, aunque presentaron un decaimiento en la calidad de los granos. Los girasoles transitan el estado de floración o llenado de granos, según su fecha de siembra, presentando buenas condiciones generales. Los maizales se hallan en la etapa de floración o llenado de granos, bajo buenas condiciones de humedad de suelo en el norte de la región y reservas escasas en el sur. Finalizó la siembra de las variedades de segunda ocupación. Prosigue la siembra de las variedades tardías de soja, en tanto los lotes más avanzados alcanzaron el estado de floración. Finalizó la siembra de sorgo granífero. Los lotes ya emergidos presentan un buen crecimiento inicial.

REGIÓN V SUR: la cosecha de cebada y trigo avanza hacia sus instancias finales con rindes variables según las zonas. Los trigales presentan una disminución en la calidad de los granos. Los girasoles presentan un buen estado de desarrollo, transitando el final de la fase vegetativa o iniciando la floración. Los maizales de primera ocupación alcanzaron el estado de panojamiento o floración, mientras que los lotes tardíos comenzaron a transitar las etapas vegetativas del ciclo ontogénico. Prosigue la siembra de soja de segunda ocupación, mientras que los lotes ya emergidos presentan un buen estado general.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Se observó un predominio de temperaturas máximas y mínimas superiores al promedio para el período analizado, a excepción de zonas muy puntuales. En el oeste de Cuyo y sur del NOA se observan desvíos negativos de temperatura máxima, debido a la persistencia de días lluviosos, que amortiguaron la marcha diaria de temperatura.

A nivel del suelo prácticamente no se registraron temperaturas inferiores a 3°C en la región centro y norte del país. Por otro lado, se observaron hasta 5 días con temperatura mínimas de suelo superiores a 20°C en la región del Litoral y en el norte de San Luis y Córdoba. No se registraron días con temperatura mínima de suelo superior a 25°C durante esta primera década de diciembre.

Década 1 DICIEMBRE 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	29.2	32.0	3	13.7	10.3	7	21.4	18.7	2.7
Bahia Blanca	Buenos Aires	32.8	37.2	8	14.5	6.4	6	23.6	20.5	3.1
Balcarce	Buenos Aires	27.9	35.2	4	14.0	10.0	8	21.0	18.2	2.8
Bolívar	Buenos Aires	29.7	33.4	4	14.2	10.0	1	21.9	20.1	1.8
Bordenave	Buenos Aires	33.4	37.0	10	13.1	9.1	2	23.2	19.9	3.3
Castelar	Buenos Aires	28.8	32.7	4	17.6	12.6	2	23.2	21.2	2.0
Coronel Suarez	Buenos Aires	31.0	33.8	4	12.0	8.4	6	21.5	18.8	2.7
Ezeiza	Buenos Aires	29.2	34.0	4	17.4	12.5	2	23.3	21.6	1.7
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	32.2	37.9	8	14.0	7.1	6	23.1	19.7	3.4
Junín	Buenos Aires	29.7	34.7	5	16.6	13.4	2	23.2	21.2	2.0
La Plata	Buenos Aires	27.2	31.8	4	16.5	12.1	2	21.8	20.5	1.3
Las Flores	Buenos Aires	28.3	33.5	4	15.6	12.2	7	21.9	20.0	1.9
Mar Del Plata	Buenos Aires	25.2	35.7	4	13.8	9.3	8	19.5	17.5	2.0
Nueva de Julio	Buenos Aires	30.2	34.7	4	15.8	11.5	1	23.0	21.2	1.8
Pehuajó	Buenos Aires	30.6	34.5	4	16.6	13.6	1	23.6	20.8	2.8
Pigüé	Buenos Aires	30.2	32.4	9	14.0	8.3	6	22.1	18.9	3.2
San Pedro	Buenos Aires	29.8	33.0	5	17.1	12.2	2	23.4	21.9	1.5
Tandil	Buenos Aires	28.9	33.7	4	12.4	8.4	8	20.6	18.0	2.6
Tres Arroyos	Buenos Aires	31.6	35.0	9	14.1	9.5	7	22.8	18.8	4.0
Laboulaye	Córdoba	31.3	36.8	4	15.9	12.3	9	23.6	21.5	2.1
Manfredi	Córdoba	31.0	34.7	5	15.5	10.1	9	23.2	21.8	1.5
Marcos Juárez	Córdoba	29.9	34.1	5	15.6	9.8	9	22.7	22.2	0.5
Pilar	Córdoba	30.8	36.1	5	16.8	12.6	9	23.8	22.4	1.4
Río Cuarto	Córdoba	30.8	36.4	5	17.2	12.8	9	24.0	21.6	2.4
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	30.7	36.6	6	17.5	13.2	3	24.1	22.1	2.0
Concordia	Entre Ríos	30.3	34.6	6	17.9	15.3	3	24.1	23.2	0.9
Gualeguaychú	Entre Ríos	29.8	35.0	6	18.0	14.1	2	23.9	22.5	1.4
Paraná	Entre Ríos	29.6	33.5	6	18.5	14.3	2	24.0	22.9	1.1
Anguil	La Pampa	34.6	37.4	3	15.2	9.0	6	24.9	20.6	4.3
General Pico	La Pampa	32.2	35.7	10	16.5	13.4	6	24.3	21.9	2.4
Santa Rosa	La Pampa	33.3	37.0	3	16.6	12.3	6	25.0	21.4	3.6
Ceres	Santa Fe	30.3	35.0	4	18.4	16.5	4	24.3	23.6	0.7
Rafaela	Santa Fe	30.8	35.3	6	17.7	15.3	3	24.3	22.5	1.8
Reconquista	Santa Fe	30.3	34.8	6	18.7	17.3	10	24.5	24.3	0.2
Rosario	Santa Fe	30.6	34.5	4	17.6	13.3	2	24.1	22.7	1.4

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas mostraron moderados apartamientos de la normal en todo el territorio. En la mayor parte de Buenos Aires y La Pampa, tanto en las máximas como en las mínimas, las anomalías fueron de signo positivo.

Las temperaturas máximas también fueron superiores a lo normal en el NOA, e inferiores en la Patagonia, mientras que las mínimas fueron inferiores en la primera región y tuvieron un comportamiento heterogéneo en la segunda.

Década 2 DICIEMBRE 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	28.4	32.3	12	12.9	7.8	16	20.7	20.2	0.5
Bahia Blanca	Buenos Aires	29.8	34.4	17	15.3	8.3	16	22.5	21.9	0.6
Balcarce	Buenos Aires	27.1	31.4	12	13.1	8.8	16	20.1	19.4	0.7
Bolívar	Buenos Aires	29.0	32.4	19	14.1	9.5	16	21.6	21.0	0.6
Bordenave	Buenos Aires	30.5	35.0	17	13.7	8.0	16	22.1	21.0	1.1
Castelar	Buenos Aires	29.8	33.6	12	17.1	11.3	16	23.5	22.4	1.1
Coronel Suarez	Buenos Aires	29.0	33.3	17	11.9	8.5	16	20.4	20.2	0.2
Ezeiza	Buenos Aires	30.1	34.0	13	17.2	10.2	16	23.7	22.6	1.1
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	29.1	34.7	20	14.8	6.9	16	21.9	20.8	1.1
Junín	Buenos Aires	29.6	34.3	13	16.2	11.6	16	22.9	22.1	0.8
La Plata	Buenos Aires	29.0	32.8	12	15.8	8.9	16	22.4	21.5	0.9
Las Flores	Buenos Aires	28.2	31.5	12	15.2	9.5	16	21.7	21.1	0.6
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.3	31.6	12	13.0	8.5	17	19.7	18.6	1.1
Nueve de Julio	Buenos Aires	29.6	34.0	19	14.9	11.2	15	22.3	22.2	0.1
Pehuajó	Buenos Aires	29.3	33.8	17	15.9	12.0	16	22.6	21.8	0.8
Pigüé	Buenos Aires	27.7	32.8	17	14.4	9.8	16	21.1	20.3	0.8
San Pedro	Buenos Aires	30.2	34.2	19	16.5	10.6	16	23.3	23.0	0.3
Tandil	Buenos Aires	27.5	32.2	12	11.6	6.6	17	19.5	19.3	0.2
Tres Arroyos	Buenos Aires	28.9	33.1	17	14.1	9.9	16	21.5	20.1	1.4
Laboulaye	Córdoba	30.8	35.6	12	16.4	11.0	16	23.6	22.5	1.1
Manfredi	Córdoba	32.2	36.4	12	16.0	10.2	16	24.1	22.6	1.4
Marcos Juárez	Córdoba	31.1	35.4	12	15.3	10.3	16	23.2	22.9	0.3
Pilar	Córdoba	32.4	36.8	13	17.4	13.3	15	24.9	23.4	1.5
Río Cuarto	Córdoba	30.9	36.0	19	15.8	9.6	15	23.3	22.7	0.6
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	31.7	35.1	12	16.3	11.2	16	24.0	23.3	0.7
Concordia	Entre Ríos	31.2	34.7	19	16.8	13.4	18	24.0	24.1	-0.1
Gualeguaychú	Entre Ríos	31.1	35.3	13	16.5	10.3	16	23.8	23.3	0.5
Paraná	Entre Ríos	30.3	33.8	19	18.0	14.1	16	24.2	23.7	0.5
Anguil	La Pampa	32.9	38.3	17	15.2	10.1	16	24.1	22.1	2.0
General Pico	La Pampa	32.0	37.2	17	14.7	8.0	16	23.4	22.9	0.5
Santa Rosa	La Pampa	32.2	38.5	17	16.8	11.7	15	24.5	22.7	1.8
Ceres	Santa Fe	32.2	35.9	19	17.8	12.9	16	25.0	24.6	0.4
Rafaela	Santa Fe	32.9	36.3	12	17.7	11.7	16	25.3	23.6	1.7
Reconquista	Santa Fe	32.0	37.1	20	18.9	15.0	16	25.5	25.2	0.3
Rosario	Santa Fe	30.3	35.1	12	16.1	11.3	16	23.2	23.5	-0.3

2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas mostraron anomalías negativas en el norte del país y Tierra del Fuego, coincidiendo con la mayoría de las regiones de mayor cantidad de días con precipitación; y positivas en Entre Ríos, centro y sur de Santa Fe, este y sur de Córdoba, este de Mendoza, centro y sur de San Luis, La Pampa, Buenos Aires, este de Neuquén, Río Negro, este de Chubut y Santa Cruz.

En cuanto a las mínimas, los apartamientos respecto a la normal fueron menos pronunciados y positivos en casi todo el territorio excepto en Cuyo, norte de la Patagonia y sur de Buenos Aires, donde resultaron levemente inferiores o cercanos a los valores normales.

Década 3 DICIEMBRE 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	33.0	37.6	31	15.0	10.3	25	24.0	21.8	2.2
Bahia Blanca	Buenos Aires	33.3	39.3	29	14.3	10.4	29	23.8	23.6	0.2
Balcarce	Buenos Aires	31.8	37.4	30	14.9	10.0	25	23.4	21.2	2.1
Bolívar	Buenos Aires	33.4	38.1	31	15.5	11.3	29	24.4	22.3	2.1
Bordenave	Buenos Aires	35.0	40.7	30	14.4	11.0	28	24.7	22.6	2.1
Castelar	Buenos Aires	33.9	38.5	31	18.9	15.8	26	26.4	23.7	2.7
Coronel Suarez	Buenos Aires	33.1	38.2	30	13.0	7.2	25	23.1	21.4	1.7
Ezeiza	Buenos Aires	34.6	40.0	31	18.9	16.0	26	26.7	24.0	2.7
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	32.8	38.4	29	14.1	10.3	29	23.5	22.4	1.1
Junín	Buenos Aires	33.0	36.6	31	18.2	14.8	26	25.6	23.1	2.5
La Plata	Buenos Aires	33.1	39.0	31	17.5	14.9	28	25.3	22.7	2.6
Las Flores	Buenos Aires	33.1	38.0	31	17.7	14.0	25	25.4	22.5	2.9
Mar Del Plata	Buenos Aires	31.1	38.5	30	13.7	8.7	25	22.4	20.1	2.3
Nueve de Julio	Buenos Aires	33.9	38.3	31	18.7	13.7	25	26.3	23.3	3.0
Pehuajó	Buenos Aires	33.4	38.4	31	18.3	13.4	28	25.8	23.1	2.7
Pigüé	Buenos Aires	31.9	37.7	30	15.3	10.8	25	23.6	21.7	1.9
San Pedro	Buenos Aires	33.6	37.8	31	19.6	14.8	26	26.6	23.9	2.7
Tandil	Buenos Aires	32.8	37.7	31	14.7	8.4	29	23.8	21.0	2.8
Tres Arroyos	Buenos Aires	33.0	38.4	30	15.3	10.0	29	24.2	21.8	2.4
Laboulaye	Córdoba	33.5	37.6	30	18.3	14.5	26	25.9	23.2	2.7
Manfredi	Córdoba	33.3	38.1	31	18.6	14.3	26	25.9	23.2	2.8
Marcos Juárez	Córdoba	32.9	36.0	31	17.8	13.0	26	25.4	23.6	1.8
Pilar	Córdoba	32.6	37.0	31	19.6	17.1	22	26.1	24.1	2.0
Río Cuarto	Córdoba	32.4	36.6	31	19.5	15.5	23	26.0	23.3	2.7
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	35.2	37.9	31	20.6	17.5	31	27.9	24.2	3.7
Concordia	Entre Ríos	33.2	35.7	24	21.6	17.8	31	27.4	25.2	2.2
Gualeguaychú	Entre Ríos	35.0	38.6	31	20.5	15.1	26	27.7	24.6	3.1
Paraná	Entre Ríos	32.5	34.9	27	21.2	18.9	26	26.8	24.7	2.1
Anguil	La Pampa	36.6	41.8	30	15.9	11.4	25	26.2	23.2	3.0
General Pico	La Pampa	34.9	40.2	31	17.8	13.5	28	26.3	24.1	2.2
Santa Rosa	La Pampa	36.0	41.5	30	17.8	13.8	25	26.9	24.0	2.9
Ceres	Santa Fe	32.7	36.5	31	21.5	19.2	25	27.1	25.4	1.7
Rafaela	Santa Fe	34.0	37.2	31	20.7	17.6	23	27.4	24.3	3.1
Reconquista	Santa Fe	31.4	34.6	24	23.1	21.8	26	27.2	26.1	1.1
Rosario	Santa Fe	33.1	36.0	31	19.9	15.8	26	26.5	24.5	2.0

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 Hasta el 15 de julio de 2025

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

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de primera helada

Primera helada 2025: fecha en que se registró por primera vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera primera helada o helada temprana a aquella registrada antes del 15 de julio.

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

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

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

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

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

ÚLTIMA HELADA DICIEMBRE 2025

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

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de última helada

Última helada 2025: fecha en que se registró por última vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera última helada o helada tardía a aquella registrada después del 15 de julio.

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

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

FMUH: fecha media de última helada calculada en el período 1991-2020.

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

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

2.5 GRADOS DÍA

DICIEMBRE 2025

Estaciones meteorológicas		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de octubre				Días con T _{máx} >30°C
		BASE 10		BASE 13		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	374.3	742.6	281.3	485.7	18
Bahia Blanca	Buenos Aires	413.6	823.8	320.6	566.5	21
Balcarce	Buenos Aires	358.0	735.7	265.0	483.1	15
Bolívar	Buenos Aires	393.1	830.6	300.1	565.2	20
Bordenave	Buenos Aires	415.3	825.8	322.3	568.5	26
Castelar	Buenos Aires	446.8	965.7	353.8	691.4	19
Coronel Suarez	Buenos Aires	362.5	707.5	269.5	452.4	21
Ezeiza	Buenos Aires	454.0	965.3	361.0	694.7	21
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	398.2	835.1	305.2	574.5	19
Junín	Buenos Aires	431.5	943.5	338.5	673.4	20
La Plata	Buenos Aires	410.3	850.4	317.3	585.1	16
Las Flores	Buenos Aires	406.0	888.5	313.0	620.5	19
Mar Del Plata	Buenos Aires	328.3	655.5	235.3	410.5	11
Nueve de Julio	Buenos Aires	431.6	939.1	338.6	668.6	20
Pehuajó	Buenos Aires	436.3	961.1	343.3	692.7	19
Pigüé	Buenos Aires	381.2	736.1	288.2	482.1	18
San Pedro	Buenos Aires	450.5	1024.3	357.5	748.7	19
Tandil	Buenos Aires	352.7	672.9	259.7	423.8	14
Tres Arroyos	Buenos Aires	398.9	805.6	305.9	548.0	21
Laboulaye	Córdoba	447.4	1022.4	354.4	750.6	22
Manfredi	Córdoba	448.5	1088.8	355.5	817.0	23
Marcos Juárez	Córdoba	428.3	1004.8	335.3	733.1	21
Pilar	Córdoba	464.0	1131.4	371.0	858.7	23
Río Cuarto	Córdoba	449.3	1050.0	356.3	779.6	19
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	478.1	798.3	385.1	615.3	23
Concordia	Entre Ríos	472.7	1122.1	379.7	846.1	22
Guaquaychú	Entre Ríos	472.3	1056.2	379.3	780.2	22
Paraná	Entre Ríos	467.1	1106.2	374.1	831.0	19
Anguil	La Pampa	467.9	1021.6	374.9	756.2	27
General Pico	La Pampa	456.6	1012.4	363.6	745.6	26
Santa Rosa	La Pampa	480.2	1037.7	387.2	771.8	28
Ceres	Santa Fe	481.2	1215.7	388.2	939.7	23
Rafaela	Santa Fe	486.5	1190.3	393.5	915.1	24
Reconquista	Santa Fe	489.0	1208.7	396.0	932.7	20
Rosario	Santa Fe	454.5	1059.1	361.5	784.0	20

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

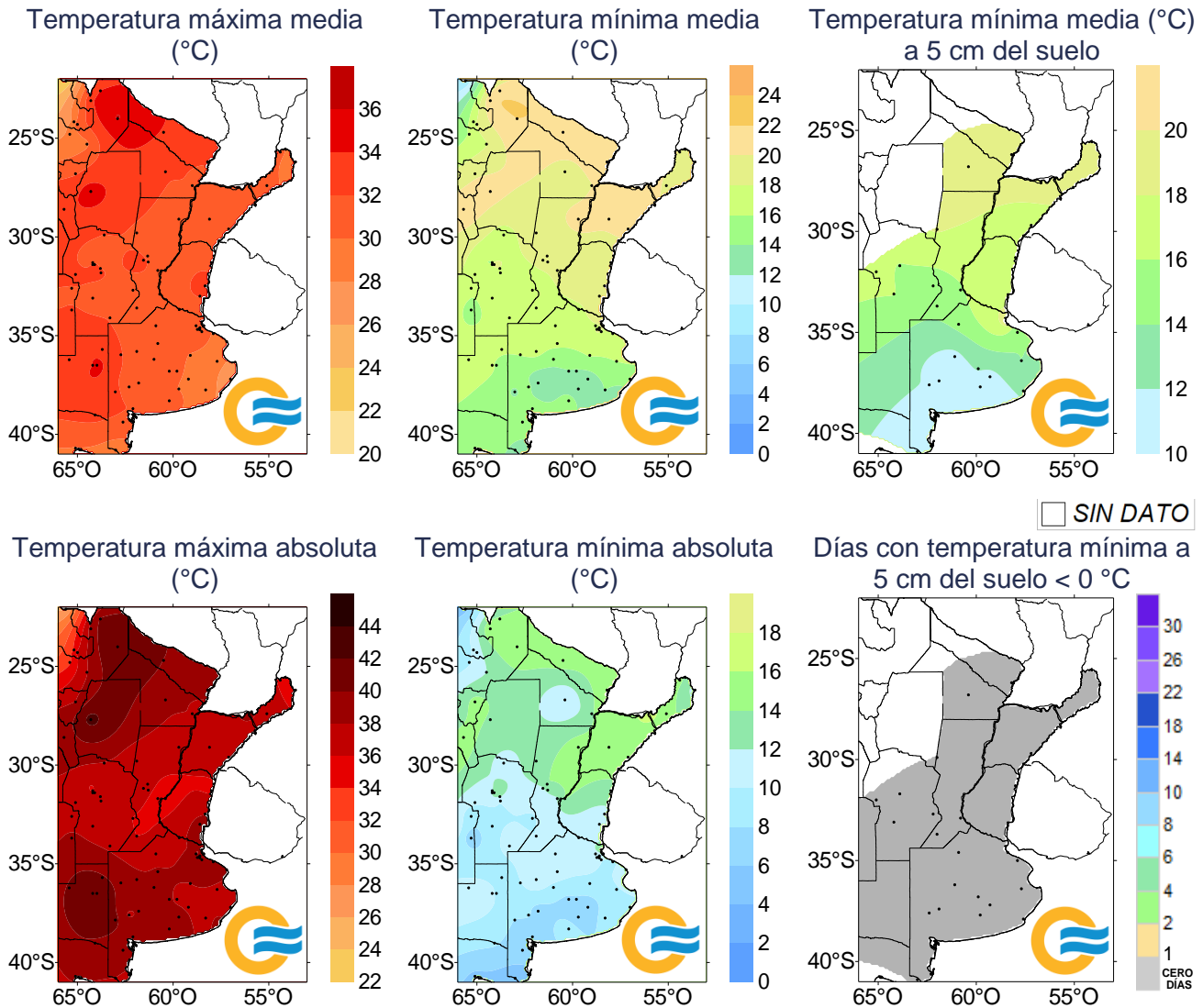
MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

DICIEMBRE 2025



2.7 MONITOREO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

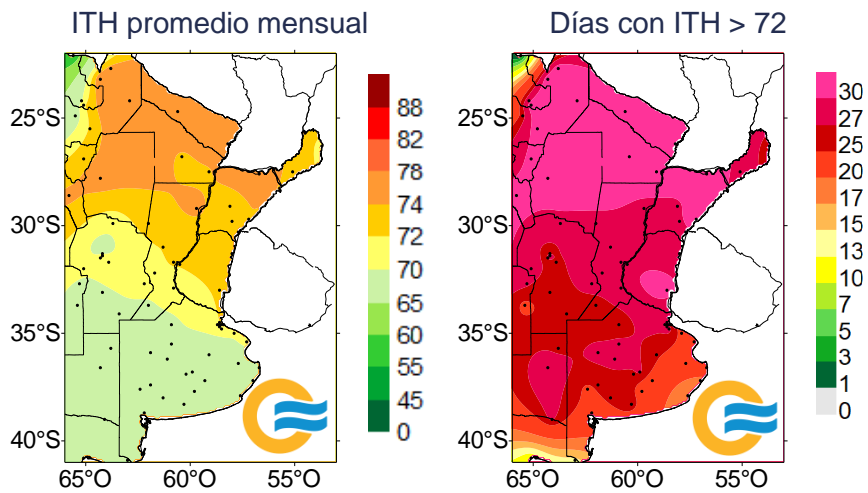
El ITH* es un índice biometeorológico que permite cuantificar el estrés calórico a través de la temperatura y la humedad del aire. Este índice puede ser utilizado para el ganado vacuno, caprino, etc. En particular lo aplicamos a las vacas lecheras, donde se ha establecido que la zona de confort térmico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

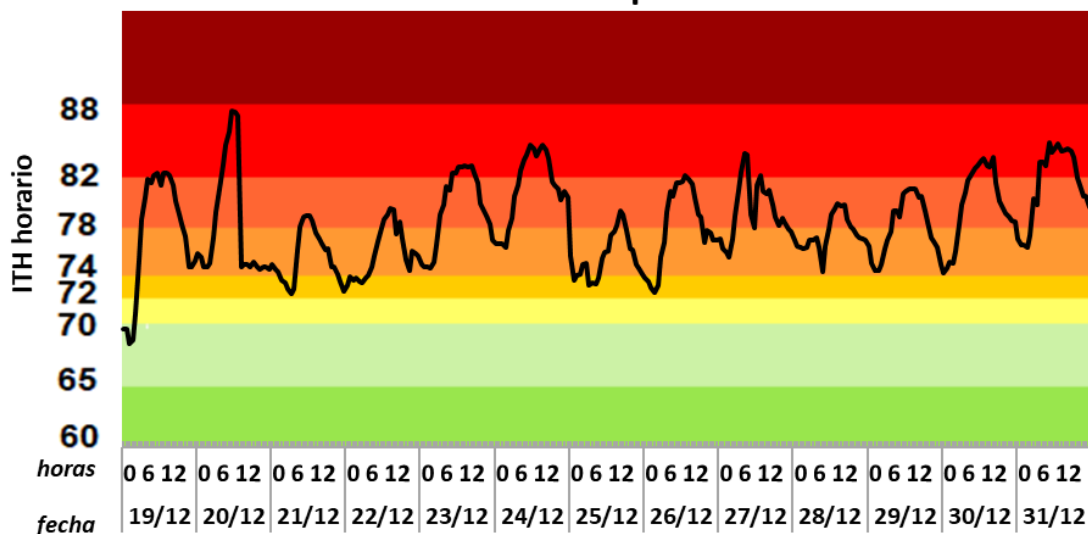
- 1- mayor a 72** la producción de leche comienza a ser afectada.
- 2- alerta, ITH entre 74 - 78**, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales.
- 3- peligro, ITH entre 78 – 82**, la productividad de los animales es altamente disminuida 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.

En el norte de la zona productiva de secano el índice de temperatura y humedad superó el umbral de 72 en más de 30 días. A finales del mes comenzaron a registrarse condiciones de calor extremo en varias zonas de la cuenca lechera. Particularmente en Reconquista se registraron 307 horas consecutivas (casi 13 días) con condiciones ambientales desfavorables para el ganado.

DICIEMBRE 2025



ITH - Reconquista



Más información sobre el ITH diario y decádico en: https://www.smn.gov.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 diciembre de 2025.

3.1 PRIMERA DÉCADA

En el comienzo del mes, un sistema de baja presión se posicionó sobre la región del noroeste argentino, dejando precipitaciones de variada intensidad asociadas. Esta depresión del NOA se hizo presente nuevamente a partir del día 6, con un frente frío asociado que dejó lluvias y tormentas a su paso por la región del norte y noreste del país.

Se registraron varios pasajes de sistemas frontales por la Patagonia a lo largo del período analizado que dejaron precipitaciones principalmente sobre el este de la región.

Se observaron desvíos positivos de precipitación en el centro y norte de la región del Litoral, en la región del NOA y norte de Cuyo. Los principales valores de lluvia se registraron en: Jujuy (93 mm); Salta (111.1 mm); Metán (77.5 mm); Chamental (102 mm); Chepes (83 mm); La Rioja (73 mm); Presidencia Roque Sáenz Peña (137 mm); Reconquista (125 mm) y Monte Caseros (93.2 mm).

En contraste, el centro y sur de la región central del territorio nacional presentó precipitaciones inferiores a muy inferiores a las normales, según la climatología de la primera década de diciembre.

Las precipitaciones escasas en el centro y sur de la región central del país favorecieron a que disminuya la cantidad de agua almacenada en el suelo, que estuvo registrando excesos anteriormente, dejando al perfil en condiciones buenas u óptimas en el este de la región y regulares a secas hacia el oeste. Las reservas de humedad del suelo presentaron recargas en Chaco, norte de Santa Fe, norte de Entre Ríos, sur de Corrientes, misiones y en la región del NOA.

Década 1 DICIEMBRE 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	10.6	-11.9	3	6.0	1
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.8	-25.5	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	18.0	-6.4	1	16.5	1
Bolívar	Buenos Aires	1.0	-24.7	0	-	-
Bordenave	Buenos Aires	1.3	-42.7	1	1.3	10
Castelar	Buenos Aires	14.0	-8.7	1	13.0	10
Coronel Suarez	Buenos Aires	0.6	-23.9	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	13.0	-10.1	1	13.0	10
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	0.0	-21.4	0	-	-
Junín	Buenos Aires	2.0	-24.7	1	2.0	10
La Plata	Buenos Aires	4.0	-21.2	1	4.0	10
Las Flores	Buenos Aires	3.0	-21.6	1	2.0	10
Mar Del Plata	Buenos Aires	23.0	-7.8	1	23.0	1
Nueve de Julio	Buenos Aires	26.0	-2.7	2	15.0	5
Pehuajó	Buenos Aires	2.1	-30.2	1	2.0	4
Pigüé	Buenos Aires	0.0	-30.1	0	-	-
San Pedro	Buenos Aires	0.0	-30.2	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	6.7	-17.0	2	4.0	10
Tres Arroyos	Buenos Aires	7.1	-20.1	1	7.0	10
Laboulaye	Córdoba	0.0	-27.3	0	-	-
Manfredi	Córdoba	4.3	-36.4	1	4.3	7
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-33.9	0	-	-
Pilar	Córdoba	8.7	-27.0	1	8.0	7
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-29.8	0	-	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	21.4	-12.5	1	19.3	8
Concordia	Entre Ríos	52.8	21.2	3	44.0	8
Gualeguaychú	Entre Ríos	6.0	-23.6	2	4.0	8
Paraná	Entre Ríos	2.7	-36.1	1	2.0	8
Anguil	La Pampa	2.5	-38.7	1	2.5	4
General Pico	La Pampa	1.1	-42.4	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	4.0	-36.5	1	4.0	4
Ceres	Santa Fe	68.0	28.3	1	68.0	7
Rafaela	Santa Fe	12.0	-30.1	2	9.0	7
Reconquista	Santa Fe	125.0	87.6	2	63.0	8
Rosario	Santa Fe	0.0	-27.2	0	-	-

3.2 SEGUNDA DÉCADA

Década 2 DICIEMBRE 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	54.0	20.8	5	31.0	19
Bahia Blanca	Buenos Aires	11.0	-8.4	3	5.0	11
Balcarce	Buenos Aires	72.0	43.0	4	26.5	11
Bolívar	Buenos Aires	43.0	0.8	3	34.0	19
Bordenave	Buenos Aires	28.6	-3.9	2	24.3	19
Castelar	Buenos Aires	14.7	-24.0	3	7.2	13
Coronel Suarez	Buenos Aires	53.8	23.7	2	36.0	17
Ezeiza	Buenos Aires	9.0	-26.6	2	5.0	20
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	0.8	-12.1	0	-	-
Junín	Buenos Aires	65.0	22.7	3	33.0	13
La Plata	Buenos Aires	9.6	-26.2	3	4.0	11
Las Flores	Buenos Aires	22.0	-0.2	3	15.0	13
Mar Del Plata	Buenos Aires	52.2	24.8	6	20.0	11
Nueve de Julio	Buenos Aires	58.0	22.4	2	37.0	13
Pehuajó	Buenos Aires	70.6	31.3	3	56.0	19
Pigüé	Buenos Aires	45.1	18.4	3	34.0	19
San Pedro	Buenos Aires	34.5	-12.7	4	17.5	19
Tandil	Buenos Aires	59.0	32.9	5	30.0	19
Tres Arroyos	Buenos Aires	85.0	61.4	3	49.0	11
Laboulaye	Córdoba	76.0	22.4	2	49.0	19
Manfredi	Córdoba	27.8	-16.0	3	11.8	14
Marcos Juárez	Córdoba	37.0	-11.5	4	16.0	13
Pilar	Córdoba	45.1	8.4	4	22.0	20
Río Cuarto	Córdoba	23.0	-23.5	4	10.0	13
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	31.9	-6.6	2	16.8	20
Concordia	Entre Ríos	160.0	97.2	3	131.0	20
Gualeguaychú	Entre Ríos	25.0	-37.0	2	17.0	20
Paraná	Entre Ríos	95.0	30.5	4	53.0	20
Anguil	La Pampa	9.1	-13.7	1	8.3	19
General Pico	La Pampa	16.6	-16.3	2	12.0	19
Santa Rosa	La Pampa	7.2	-18.6	1	7.0	19
Ceres	Santa Fe	23.0	-25.4	3	13.0	20
Rafaela	Santa Fe	31.4	-28.9	3	19.5	14
Reconquista	Santa Fe	72.0	1.6	2	58.0	20
Rosario	Santa Fe	113.0	59.6	5	46.0	13

Durante esta década no se observaron eventos particularmente destacables. Las mayores precipitaciones registradas se dieron en la zona del NEA, con montos acumulados que alcanzaron o superaron los 100 mm en las localidades de Ituzaingó (184 mm), Resistencia (161 mm), Concordia (160 mm), Rosario (113 mm) y Corrientes (100 mm).

Las anomalías de esa región fueron mayormente positivas aunque no extremas, así como en la provincia de Buenos Aires (con excepción de los extremos noreste y sudoeste) y parte del centro del país.

Las reservas hídricas no experimentaron variaciones importantes en este periodo. Se agrandó el área con excesos en el centro mesopotámico y aumentaron los almacenajes del sur de Santa Fe, sudoeste de Entre Ríos y franja de Buenos Aires desde Pergamino hasta Tres Arroyos a niveles óptimos.

3.3 TERCERA DÉCADA

Se registraron precipitaciones en varias zonas, con los mayores montos acumulados concentrados en el sector norte, con valores entre 100 y más de 300 mm. En consecuencia, los desvíos positivos respecto de la media se localizaron principalmente en el norte del país y en Tierra del Fuego; mientras que los desvíos negativos se observaron en el centro-este de la región. Estas áreas coincidieron, además, con una mayor frecuencia de días con precipitación en la primera, y una menor ocurrencia en la segunda.

El total de precipitación acumulada durante la década resultó muy superior a la normal, para el período 1981-2010, en Chaco, Formosa, norte de Corrientes (donde se contabilizó un récord de 398 mm), sur de Misiones, centro-oeste de Santiago del Estero, este de La Rioja y algunas localidades del centro-oeste de Córdoba; en contraste, se observaron registros marcadamente inferiores al promedio en gran parte del centro y sur de Buenos Aires, sudeste de Entre Ríos y centro-este de San Luis donde se alcanzó un mínimo histórico de precipitación acumulada de 0.3 mm en la localidad de Villa Reynolds.

De acuerdo con la distribución de precipitaciones en esta década, se observaron humedecimientos de los suelos en el norte del territorio y secamientos en el centro-este. Por lo tanto, los excesos hídricos se concentraron en Misiones, Corrientes, este de Chaco y este de Formosa. En la región de secano, las condiciones hídricas de los suelos son dispares y van de sequía a buenas, según el índice que analizamos.

Década 3 DICIEMBRE 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.0	-19.6	0	-	-
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.5	-18.5	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	15.0	-10.9	1	15.0	23
Bolívar	Buenos Aires	4.0	-31.9	1	4.0	21
Bordenave	Buenos Aires	0.3	-25.1	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	0.0	-36.5	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	0.0	-28.5	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	0.7	-40.1	0	-	-
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	0.0	-11.3	0	-	-
Junín	Buenos Aires	23.0	-29.0	2	14.0	31
La Plata	Buenos Aires	0.0	-32.7	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	0.0	-24.8	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.9	-25.8	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	23.0	-21.9	2	18.0	31
Pehuajó	Buenos Aires	0.2	-37.3	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	2.0	-28.5	1	2.0	29
San Pedro	Buenos Aires	0.0	-34.6	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	0.0	-24.1	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.6	-27.1	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	47.0	-9.5	1	47.0	21
Manfredi	Córdoba	45.8	0.8	2	41.5	21
Marcos Juárez	Córdoba	10.0	-56.2	1	10.0	24
Pilar	Córdoba	50.5	4.5	2	33.0	21
Río Cuarto	Córdoba	0.2	-51.1	0	-	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	19.3	-24.9	2	17.0	24
Concordia	Entre Ríos	8.2	-49.3	1	8.0	28
Gualeguaychú	Entre Ríos	0.0	-48.6	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	38.0	-10.7	3	27.0	28
Anguil	La Pampa	12.8	-13.7	3	6.0	26
General Pico	La Pampa	11.3	-32.5	1	11.0	23
Santa Rosa	La Pampa	10.0	-19.8	2	5.0	26
Ceres	Santa Fe	35.5	-17.2	2	23.0	24
Rafaela	Santa Fe	92.4	48.9	2	89.8	24
Reconquista	Santa Fe	32.0	-23.0	3	19.0	28
Rosario	Santa Fe	4.0	-43.3	1	4.0	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

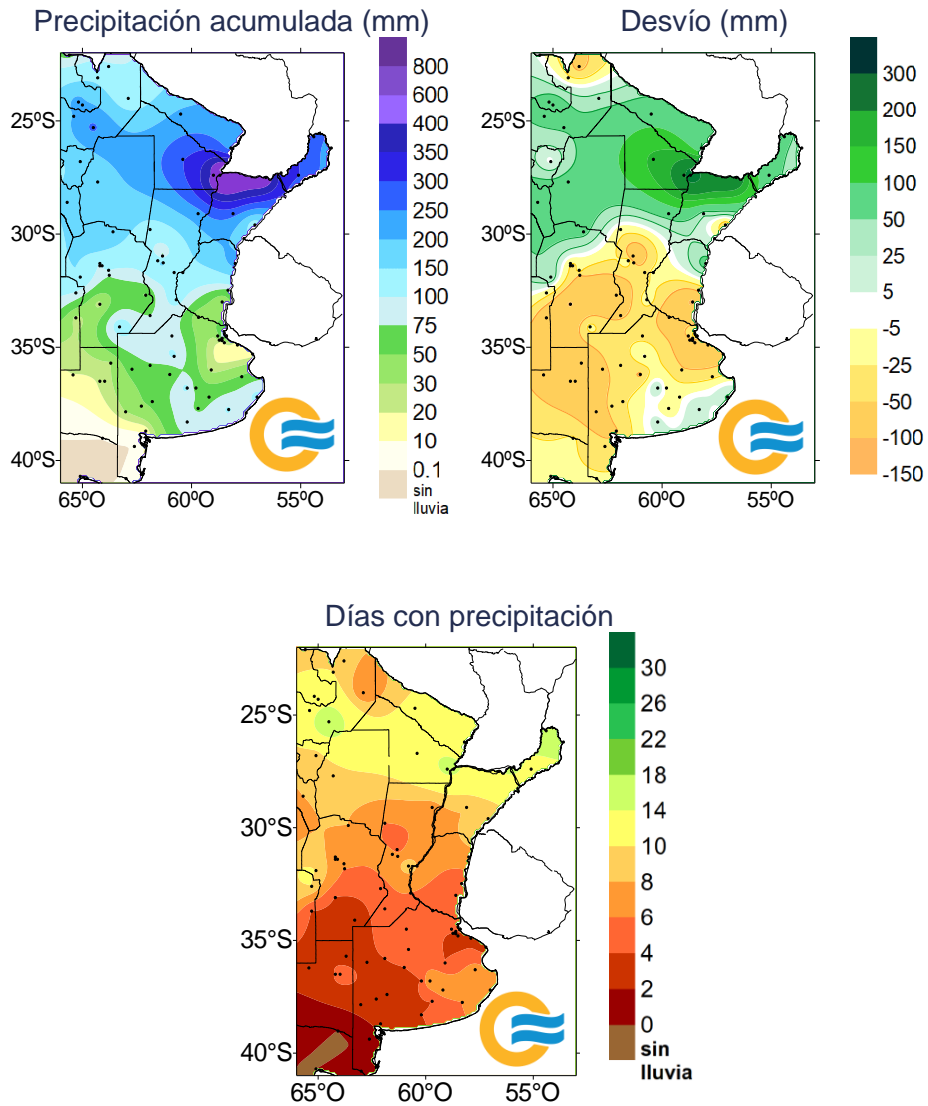
Dllu: días con precipitación > 1 mm

DN: desvío del promedio

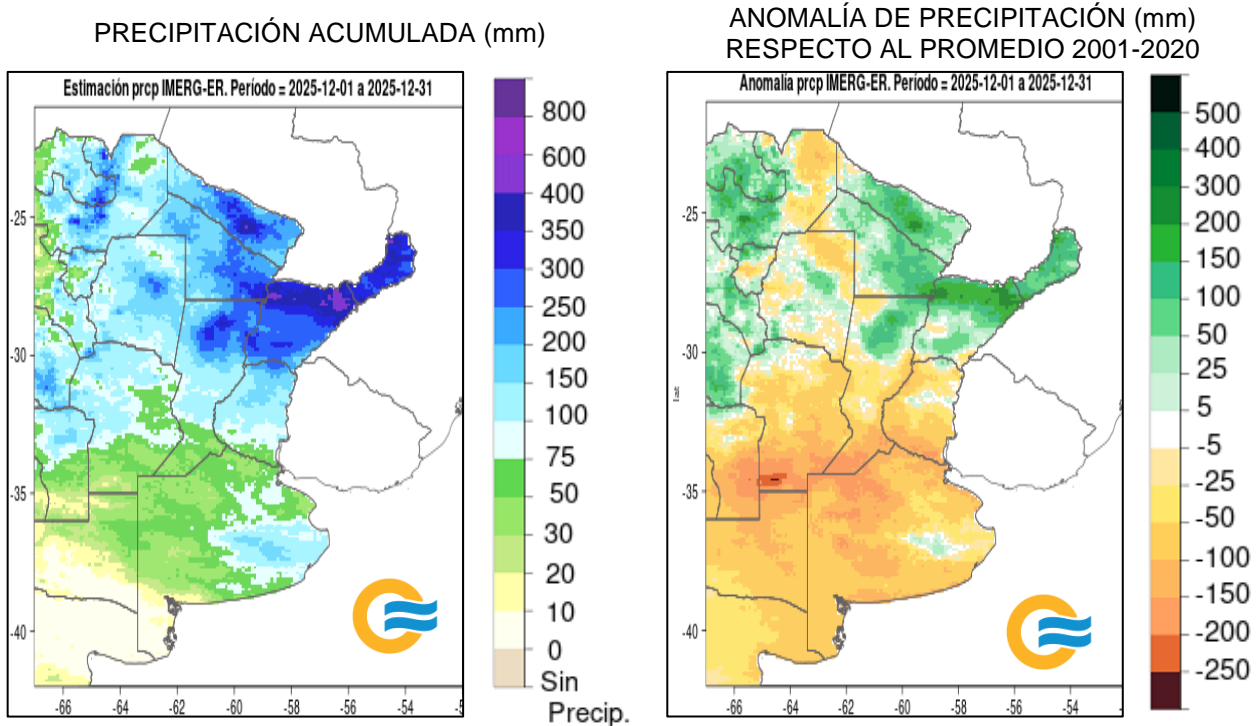
DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

DICIEMBRE 2025



PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER DICIEMBRE 2025



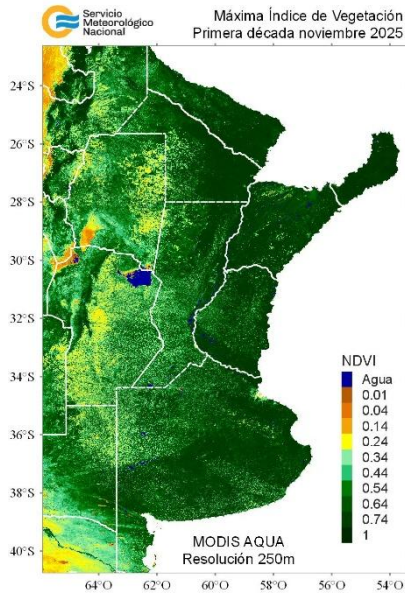
4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

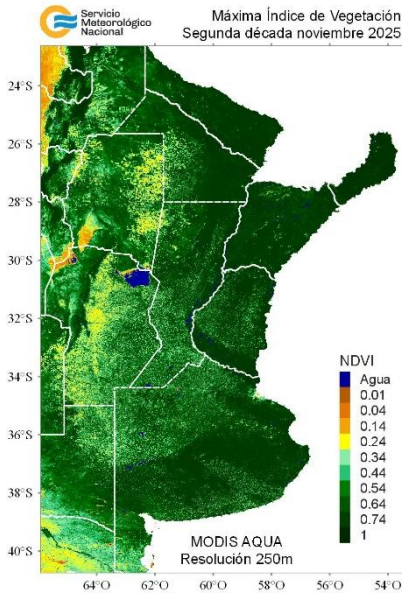
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de noviembre y diciembre de 2025. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. A medida que progresan las décadas se observa una disminución de la actividad fotosintética en el sur de Buenos Aires, mientras que en el resto de la región productiva de cultivos de secano se aprecia un aumento. Esto se asocia a la finalización de la cosecha de los cereales de invierno y a la etapa fenológica de los cultivos de verano que se encuentran mayormente en la fase reproductiva.

NOVIEMBRE 2025

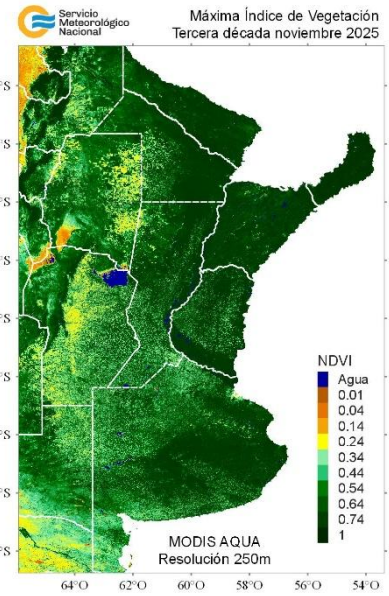
DÉCADA 1



DÉCADA 2

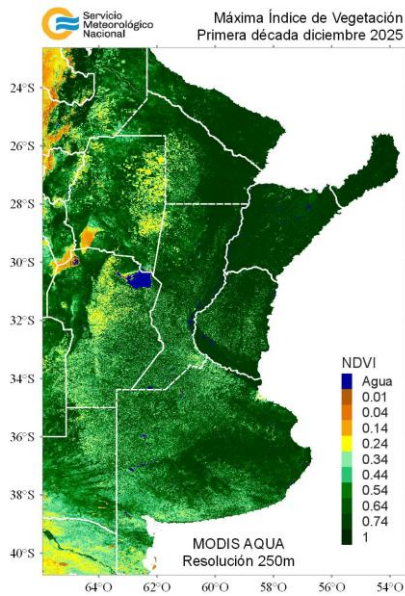


DÉCADA 3

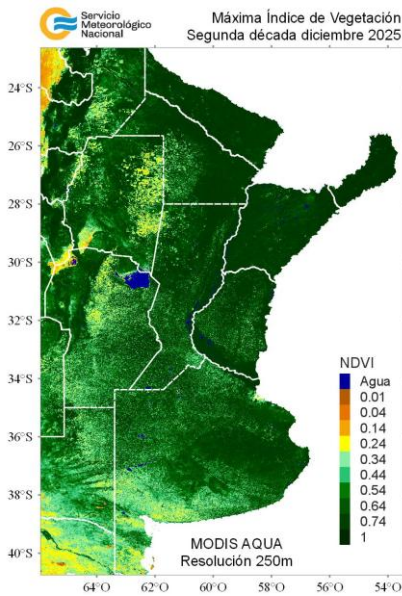


DICIEMBRE 2025

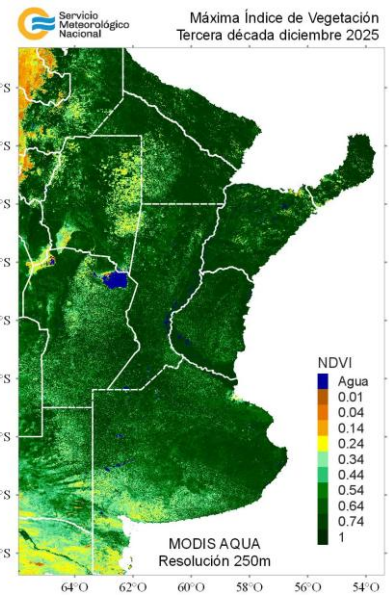
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3

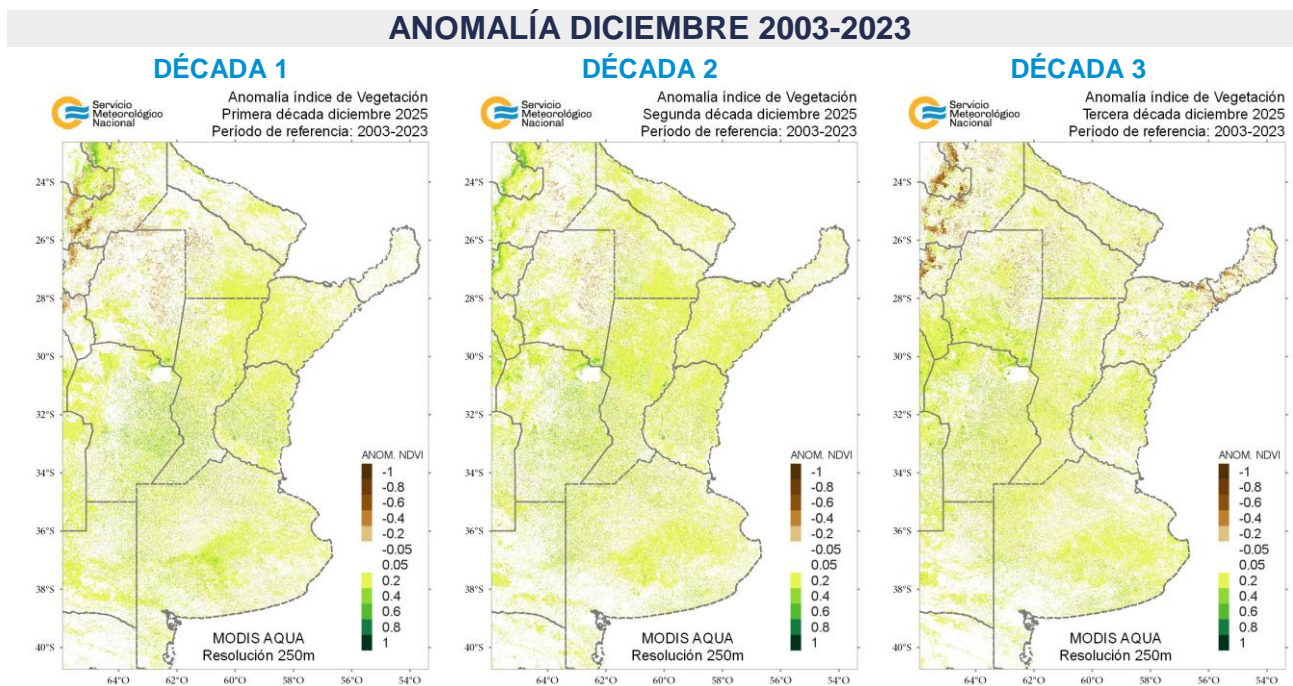
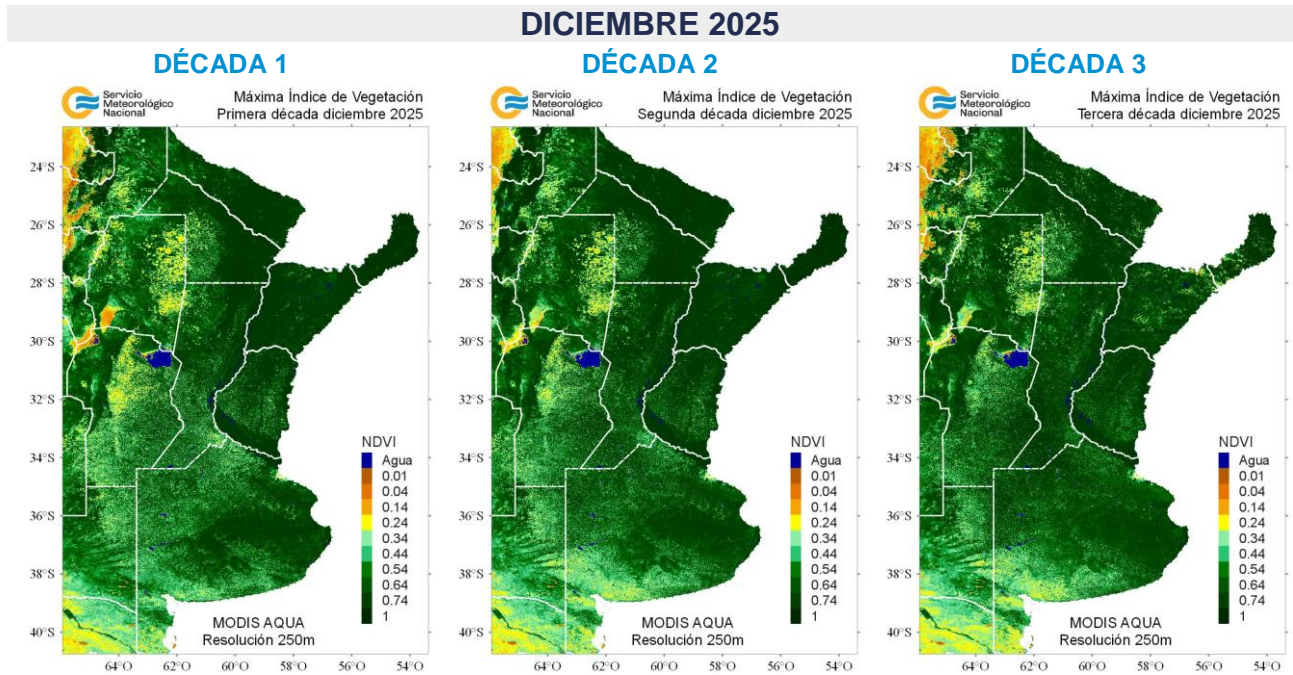


4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

En los siguientes mapas se presenta los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de diciembre 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 el norte de la zona de cultivos de secano la anomalía respecto a los 20 años previos es negativa, mientras que en el centro y sur es positiva.



4.3. HUMEDAD DEL SUELO

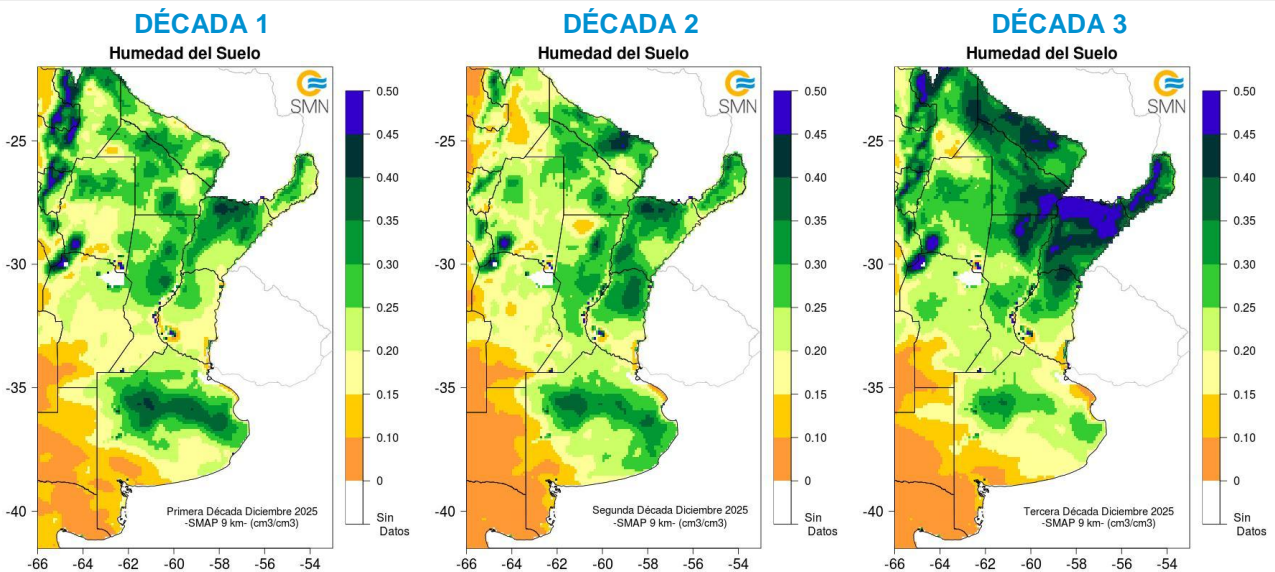
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

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

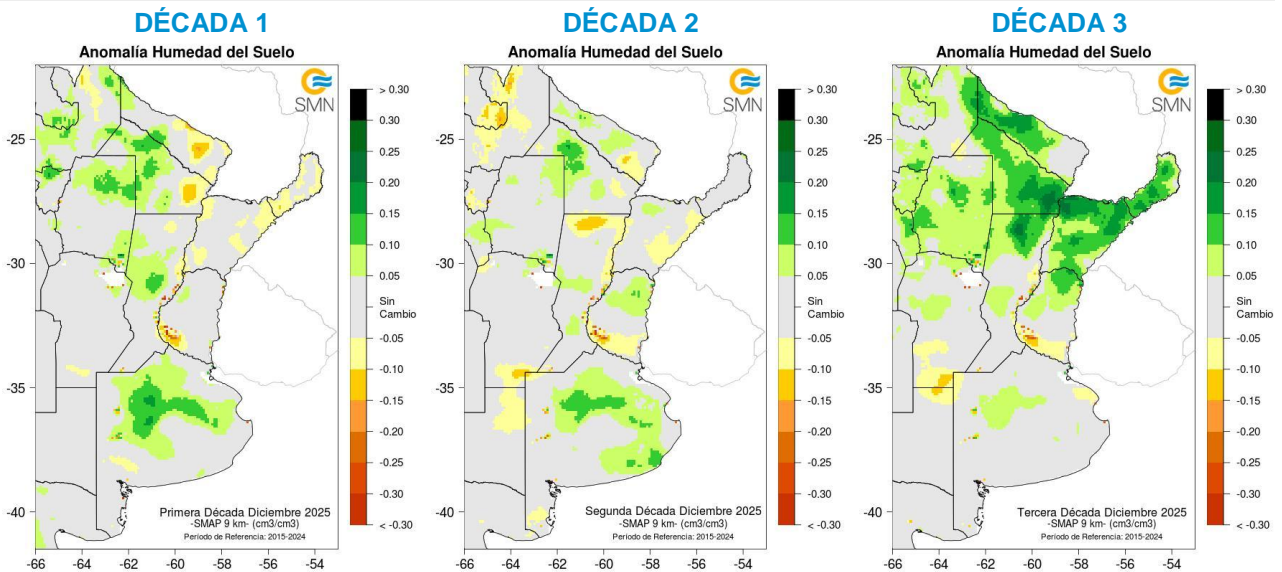
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2025 respecto al periodo 2015-2024, para cada década.

En la mayor parte de la región productora de cultivos de secano los suelos se han mantenido con buena humedad, aunque en la última década se observan excesos debido a las abundantes lluvias, resultando mayor al contenido de agua promedio 2015-2024.

DICIEMBRE 2025 HUMEDAD DEL SUELO



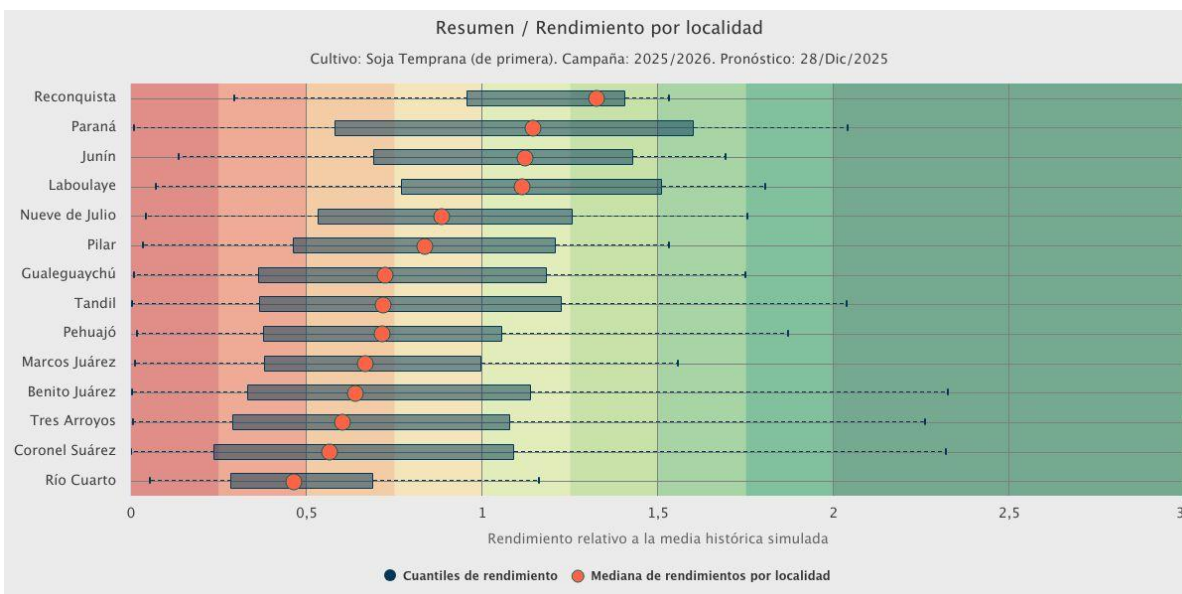
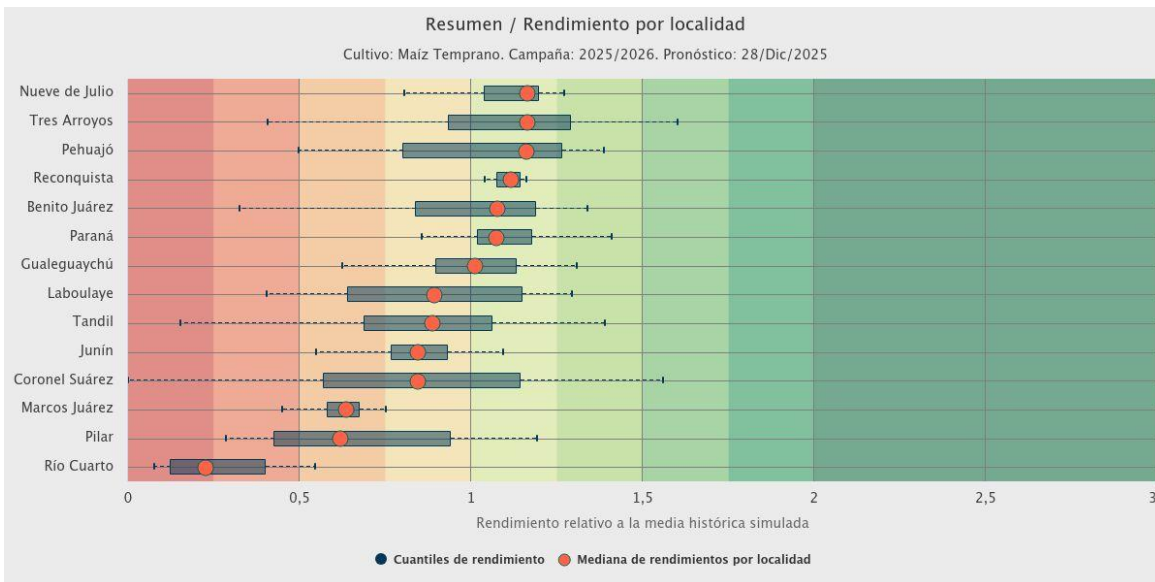
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

ProRindes es una herramienta para estimar el rendimiento de soja, maíz, trigo y cebada en varias localidades de la región Pampeana y a lo largo de toda una campaña agrícola. En este momento del año se simula el rendimiento de maíz y soja. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 28/12/2025 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gob.ar/>).

En las figuras a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para el maíz y la soja de siembra temprana en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Las perspectivas de rinde de maíz temprano anticipan valores superiores a la mediana en el este de la región productiva de secano y presentan un decaimiento hacia el oeste. Las proyecciones para la soja indican mayormente valores inferiores a los medios históricos de cada localidad, a excepción zona puntuales en donde las reservas de agua del suelo resultaron adecuadas para el cultivo.



DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

TEMPERATURA

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

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

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

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

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

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

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

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

GRADOS DIAS

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

GD: Temperatura media diaria - Temperatura base

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

PRECIPITACIONES

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

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

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

PRECIPITACIÓN ESTIMADA IMERG_ER

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

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

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

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

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

Más información:

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

NDVI (índice de vegetación normalizado)

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

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

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

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

HUMEDAD DEL SUELO

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

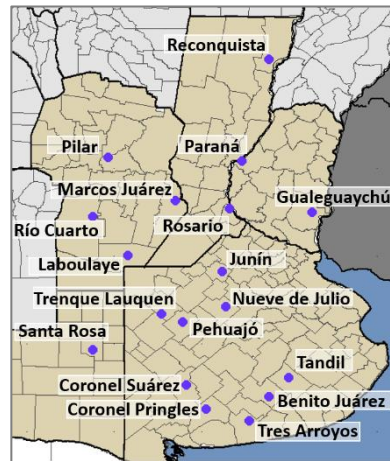
La resolución temporal del satélite es de 3 días, por lo que se obtiene un mapa integrado para la región Argentina con dicha frecuencia, tanto para las pasadas descendentes (6 am – hora local), como las ascendentes (6 pm – hora local). De esta forma, si los datos son óptimos se consideran, para el promedio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

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

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

PRORINDES

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



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

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

El pronóstico se actualiza semanalmente en: <https://prorindes.smn.gob.ar/>

Los valores presentados en el gráfico **BoxPlot** se calculan de la siguiente manera: los rendimientos simulados en una determinada fecha de pronóstico para cada tipo de suelo, manejo agronómico y localidad se dividen por el rendimiento histórico medio correspondiente a esa situación. Luego, se calcula el valor central (mediana) de los rendimientos relativos para el conjunto de tipos de suelos y manejos agronómicos simulados en la localidad.

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

ANEXO: INFORME TÉCNICO SOBRE LA HERRAMIENTA PRORINDES (JULIO 2022)

FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA PRONÓSTICO DE RINDES SIMULADOS (ProRindeS) EN EL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL E INVESTIGACIONES EFECTUADAS POR EL SECTOR ACADÉMICO DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y LOS OCÉANOS DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES.

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

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

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

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

Introducción

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

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

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

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

Este documento presenta una *primera sección* con una recopilación de los aspectos técnicos, principales configuraciones, limitaciones (Rocha A. 2015; Bonhaure D. y Koda V. 2018) y el trabajo

operativo que realiza actualmente el SMN con la herramienta de ProRindeS y una *segunda sección* con los resultados de investigaciones producto de la vinculación entre el SMN y el grupo de investigación "Variabilidad climática de eventos extremos de precipitación. Impactos" del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

1. Aspectos técnicos y operativos del sistema ProRindeS

1.1 Principales componentes del sistema ProRindeS

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

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

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

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

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



Figura 1: Localidades argentinas en donde se realizan las simulaciones de ProRindeS.
(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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

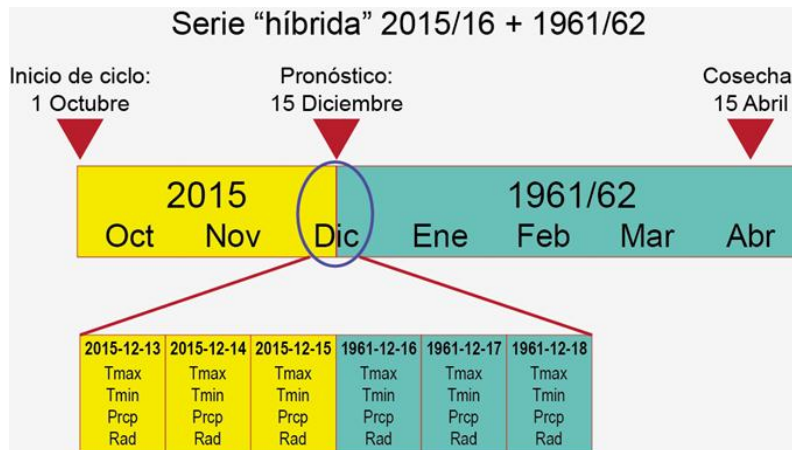


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos.(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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

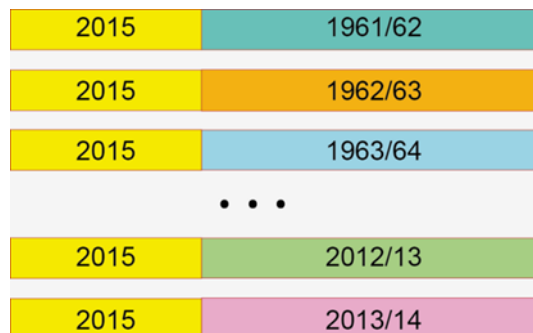


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada.
(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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

resulta en 54 rendimientos pronosticados que reflejan la incertidumbre en las condiciones climáticas posteriores al 15 de diciembre de 2015.

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

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

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

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

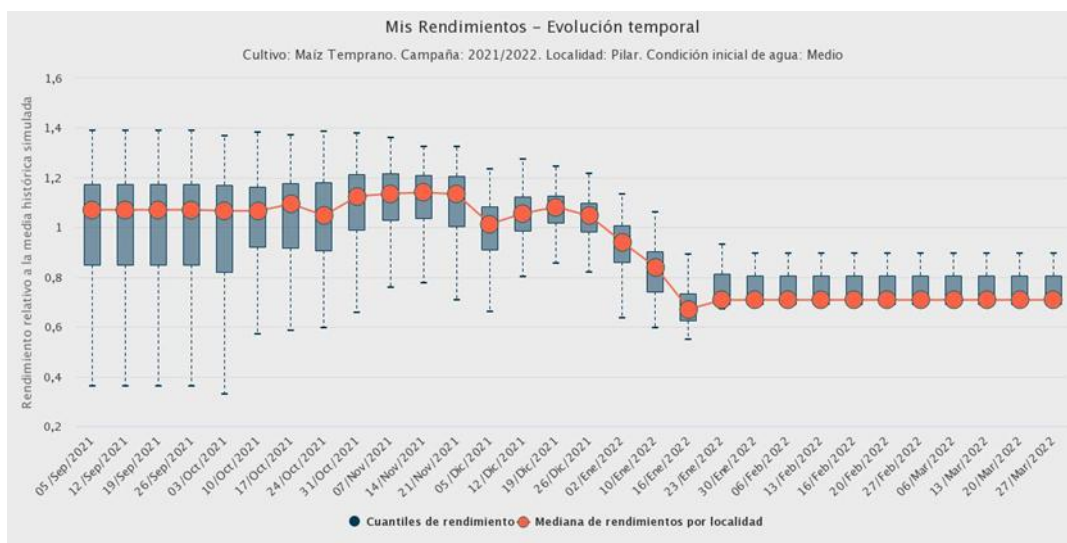


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

El sistema ProRindeS se actualiza una vez por semana, indicando la fecha en que se inicializa la corrida, cuando los datos de clima del SMN se encuentran en la base de datos del CRC-SAS con los controles y validaciones correspondientes. Este proceso demora 48 hs aproximadamente, por lo que la fecha de inicio de las simulaciones en el “Backend” debe ser dos días previos a la fecha vigente. El maíz y la soja temprana se simulan entre los meses de septiembre y abril. Las variedades tardías de los mismos, entre los meses de diciembre y abril. El trigo y la cebada se simulan entre los meses de mayo y diciembre. Una vez realizadas las correspondientes simulaciones de los pronósticos de rendimientos los datos deben sincronizarse con el “Frontend” para poder ser visualizados en la página web que está disponible para los usuarios (<https://prorindes.smn.gob.ar/>). Asimismo, como servicio al usuario y en el caso de resultado destacado, se realiza una publicación en las redes sociales de ProRindeS y del SMN donde se incluyen figuras y un texto explicativo.

1.2 Validaciones y limitaciones

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

Los modelos de simulación utilizados por ProRindeS (los modelos CERES y CROPGRO en la suite DSSAT) capturan la influencia de muchos factores que influyen sobre el rendimiento simulado, pero también hay otros factores o procesos que no son capturados por estos modelos, mostrando **limitaciones**. La interpretación de los resultados pronosticados debe hacerse con cuidado y considerando qué factores han tenido un rol en la evolución real de los cultivos en una determinada zona. Por ejemplo, las simulaciones de rendimientos no reproducen los efectos de pestes, malezas y enfermedades (los modelos asumen que el cultivo se mantiene libre de estos factores). En años o localidades donde ha habido fuerte incidencia de estos factores, el rendimiento real probablemente sea menor que el rendimiento simulado por ProRindeS. Otro factor que los modelos no capturan es la presencia de exceso de agua (anegamiento o encharcado). Si estos excesos existen, los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. A la inversa, los efectos beneficiosos de una napa freática accesible a las raíces de un cultivo no serán reflejados por las simulaciones si faltan lluvias. En este caso, sin embargo, los rendimientos simulados serán algo menores que los reales (si la falta de lluvia es el único factor de estrés), ya que el subsidio de agua aportado por la napa no se ve reflejado por los modelos. De la misma manera, la presencia de excesos de agua (anegamiento o encharcado) no es capturada por los modelos, por lo que nuevamente los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. Tampoco se tienen en cuenta fenómenos climáticos extremos como las heladas.

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

1. Introducción

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

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

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

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

2.2 Materiales y Métodos

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

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

Con el fin de determinar períodos sensibles asociados a las precipitaciones diarias, se trabajó con dos índices hídricos: precipitación acumulada y cantidad de días secos en distintas ventanas móviles de 15, 30 y 60 días. Para cada localidad y ventana móvil se calcularon las correlaciones de Pearson entre los índices hídricos y los rendimientos (alto y bajo contenido de agua inicial, analizados por separado), asignando el estadístico al último día de la ventana móvil. A partir de estas series temporales de correlación se identificaron, para cada localidad, los períodos sensibles para ambos índices hídricos (T de Student, significancia 95%, una cola. Wilks, 1995).

Los años El Niño y La Niña fueron identificados a partir del Índice Oceánico de El Niño (ONI) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>).

2.3. Resultados y Discusión

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

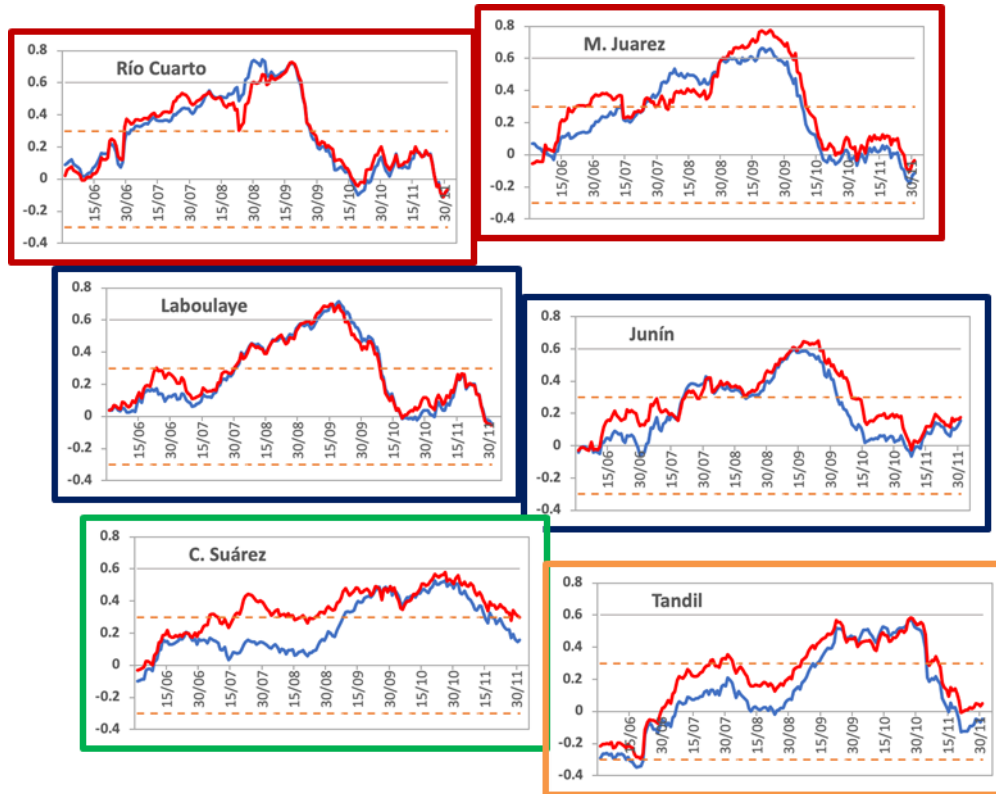


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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

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

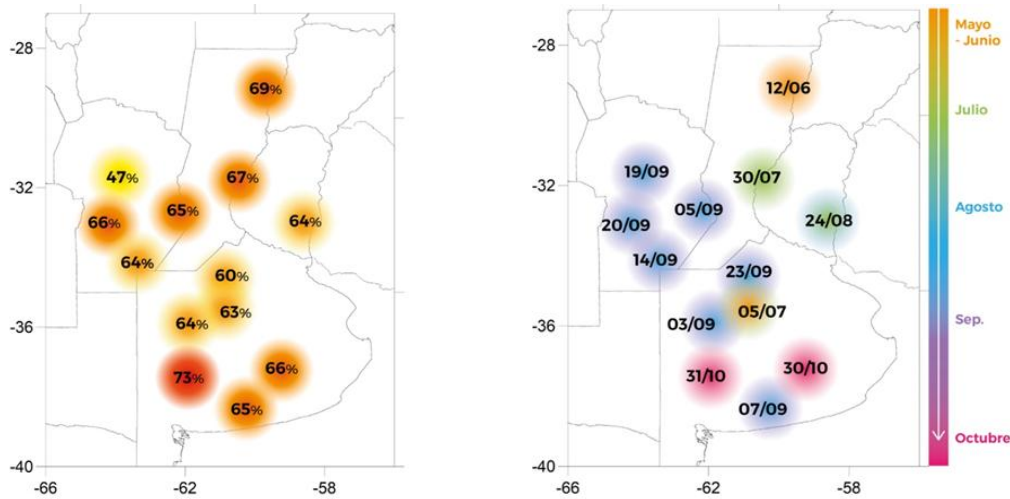


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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

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

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

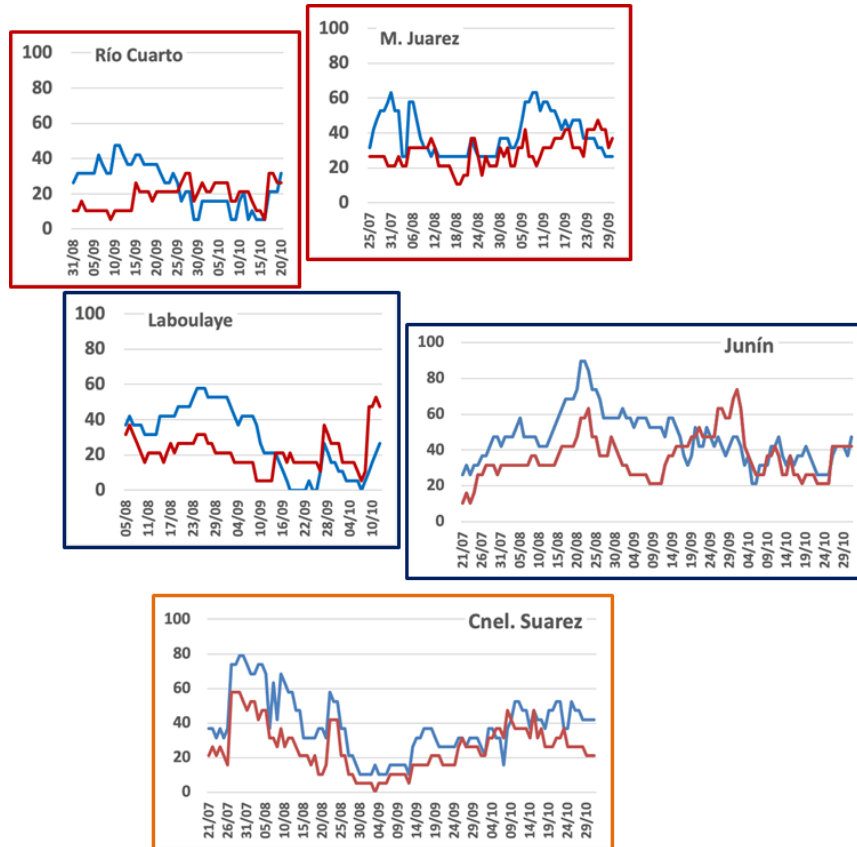


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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

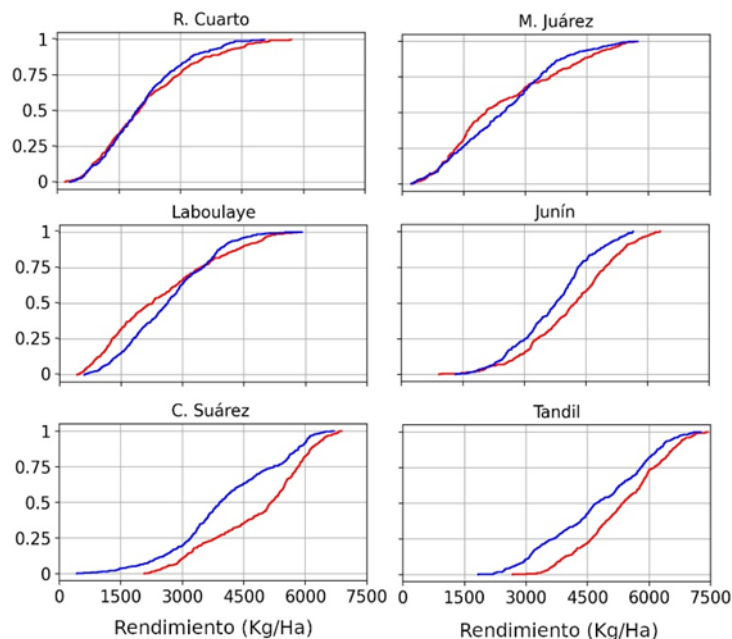


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

2.4. Conclusiones

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

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

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

2.5. Agradecimientos

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

Bibliografía

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



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

www.smn.gob.ar

