

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

ENERO 2026

Volumen I
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 | 6 |
| 2.3 | Temperatura media 3da década | 7 |
| 2.4 | Heladas | 8 |
| 2.5 | Grados día | 9 |
| 2.6 | Mapas de temperatura | 10 |
| 2.7 | Índice de temperatura y humedad | 10 |

3

Precipitación

- | | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 3.1 | Precipitación acumulada 1ra década | 12 |
| 3.2 | Precipitación acumulada 2da década | 13 |
| 3.3 | Precipitación acumulada 3ra década | 15 |
| 3.4 | Mapas de precipitación | 16 |

4

Índices satelitales

- | | | |
|-----|-----------------------------------------------|----|
| 4.1 | Índice normalizado de vegetación | 16 |
| 4.2 | Anomalía del índice normalizado de vegetación | 17 |
| 4.3 | Humedad del suelo | 19 |

5

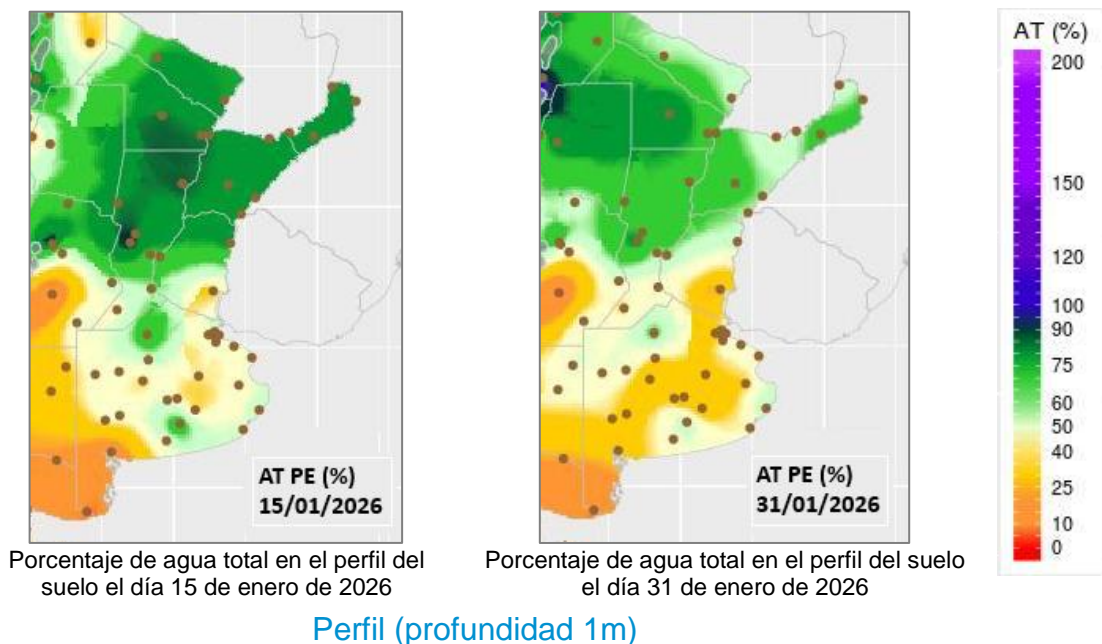
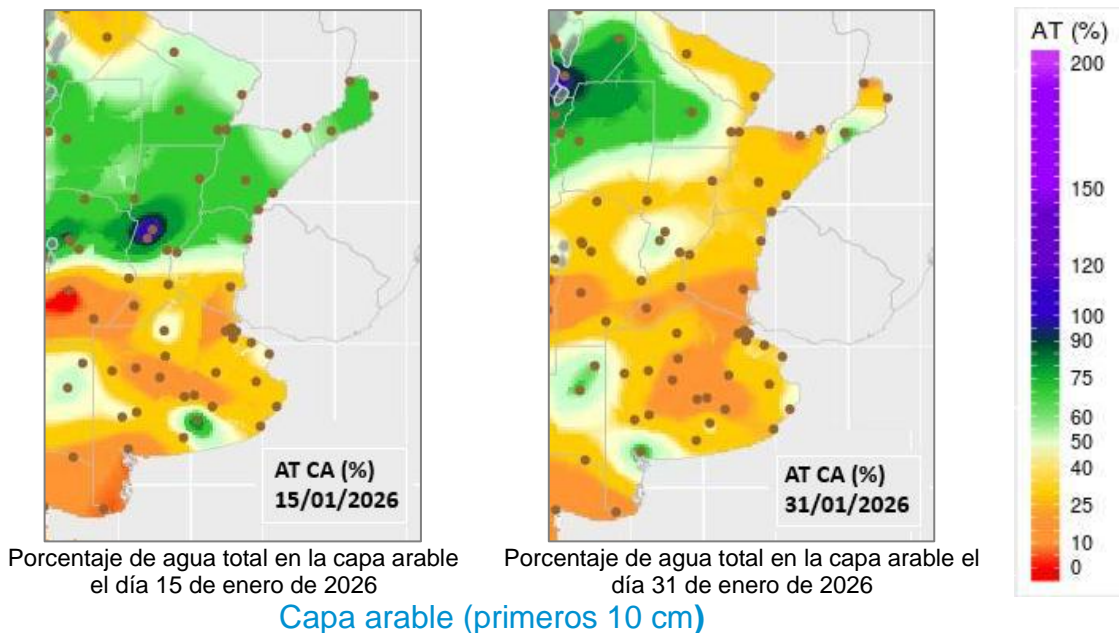
Pronóstico de rendimiento - ProRindes

- | | | |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 | Pronóstico de rendimientos para maíz y soja (fecha de inicio: 01/02/2026) | 20 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|----|

- | | | |
|--|---------------------------------------------------|----|
| | Definición y abreviaturas de parámetros empleados | 21 |
| | Anexo: informe técnico sobre ProRindes | 23 |

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE ENERO 2026.

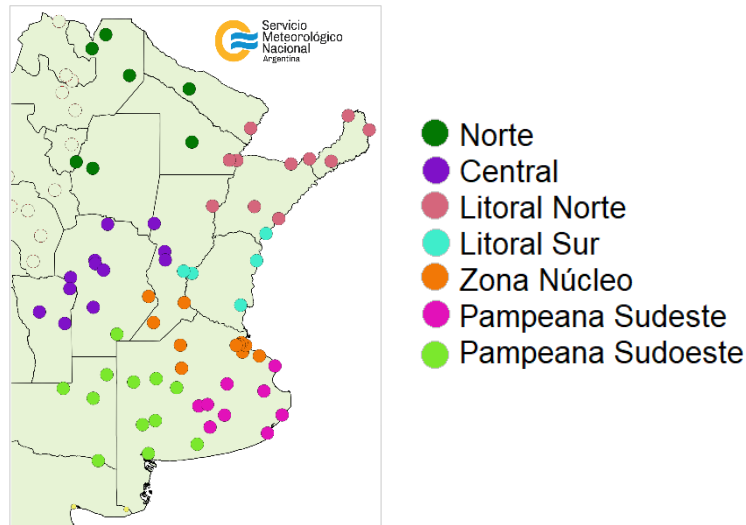
Los girasoles, los maizales y el sorgo granífero de primera siembra se observan entre las etapas de floración, llenado de granos y madurez fisiológica, según las zonas. Comenzó la cosecha e girasol en el extremo norte de la región Pampeana. La soja temprana se observa en estado de floración o formación de vainas. Las variedades tardías de maíz, soja y sorgo se transitan la fase vegetativa del ciclo ontogénico.



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

► Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua | Suelos

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

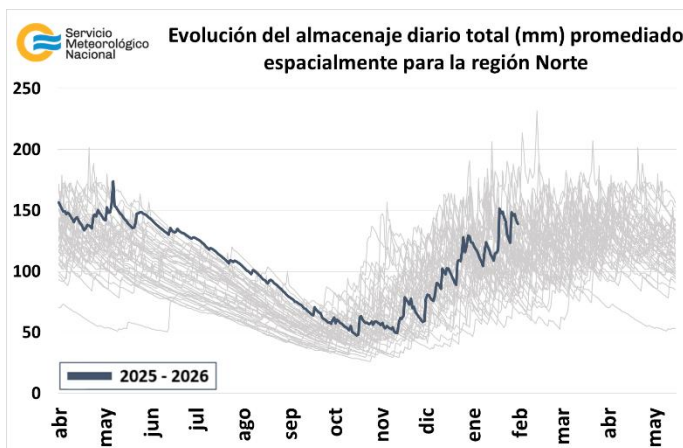


En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

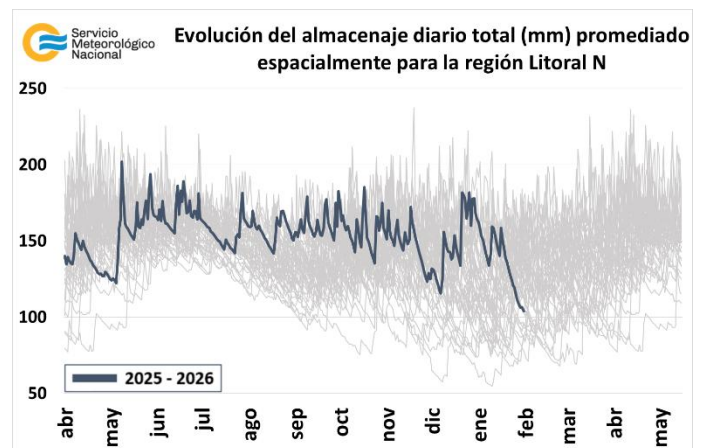
En la región Norte predominaron las precipitaciones escasas y los suelos perdieron humedad. El almacenaje de agua en el suelo durante este mes se encuentra entre los valores más altos desde 1981 y las condiciones hídricas van de regulares a buenas.

En la zona Litoral Norte las precipitaciones fueron escasas y las condiciones hídricas de los suelos pasaron rápidamente de excesos a déficits.

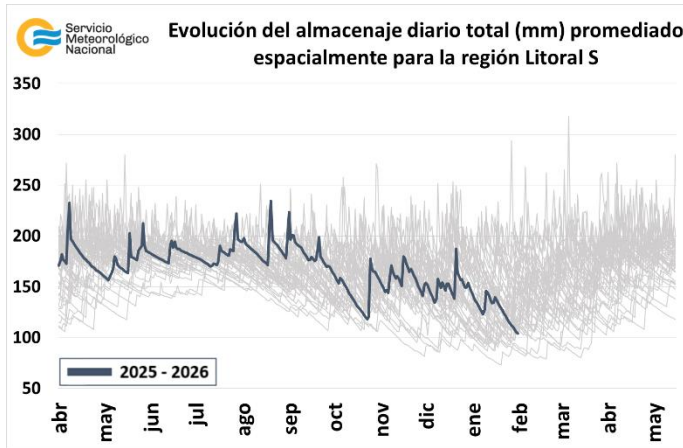
El sur del Litoral y en la zona Núcleo las lluvias fueron inferiores a la normal a lo largo de enero, como consecuencia, los suelos perdieron humedad y el almacenaje de agua en el suelo se encuentra entre los valores más bajos desde 1981.



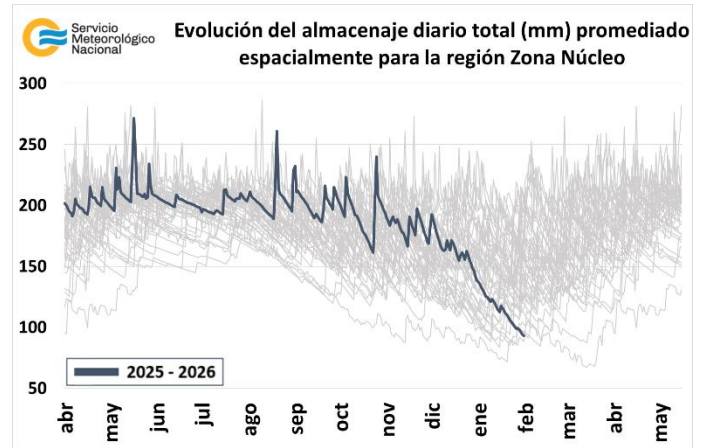
Región Norte



Litoral Norte



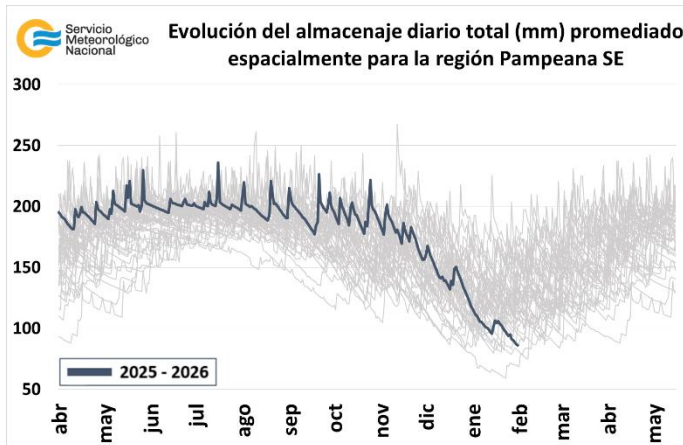
Litoral Sur



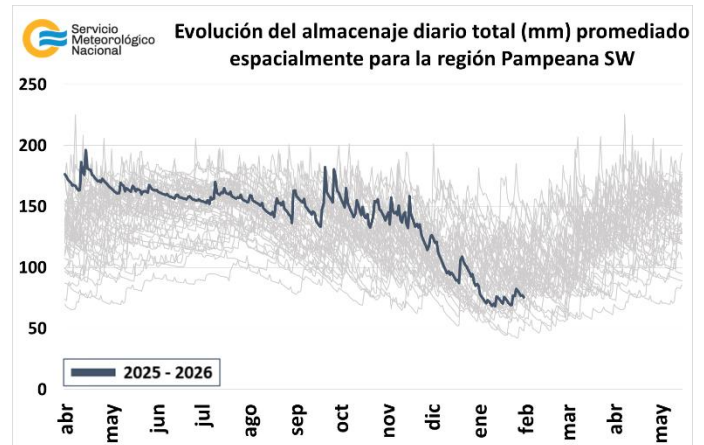
Zona Núcleo

En el sudeste y sudoeste de la región Pampeana las precipitaciones han sido mayormente escasas y el almacenaje de agua en el suelo se encuentra entre los valores más bajos desde 1981.

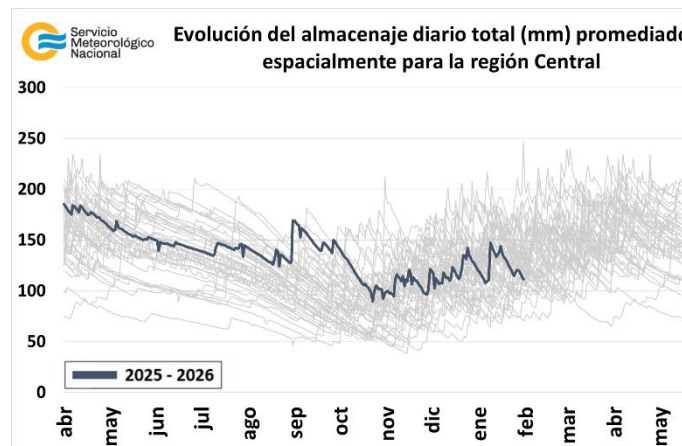
En la región las precipitaciones fueron superiores a la normal en la segunda década produciendo un aumento en el contenido de agua en el suelo, que luego se perdió rápidamente. El mes finalizó con el almacenaje de agua en el suelo entre los valores más bajos desde 1981.



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

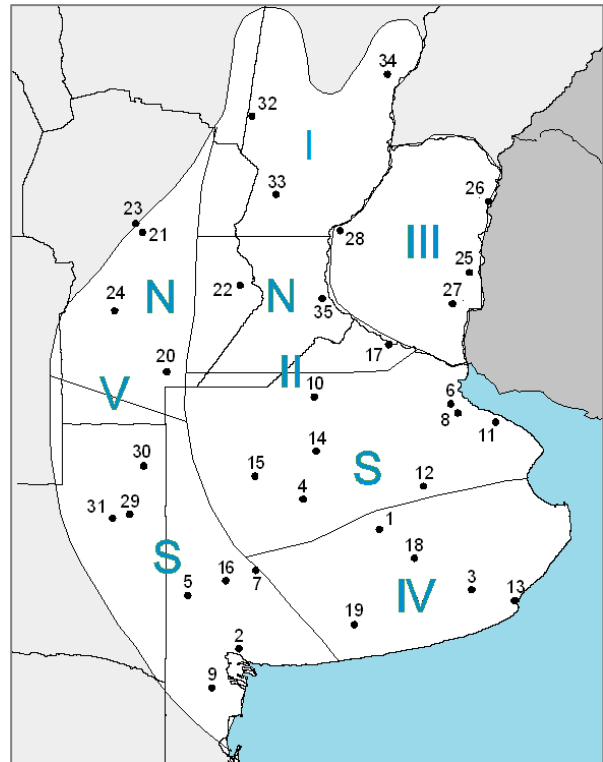


Región Central

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 rindes dispares según las zonas. Inició la cosecha del maíz de primera ocupación, obteniéndose buenos rendimientos, mientras que continúa la siembra de las variedades tardías. La soja se vio afectada por la gran cantidad de precipitaciones registradas, que generaron planchado del suelo, por lo que se debieron realizar resiembras. El sorgo granífero alcanzó el llenado de los granos, presentando un estado de bueno a regular, en tanto avanza la siembra de las variedades tardías.

REGIÓN II NORTE: comenzó la cosecha de girasol, mientras que los lotes sembrados más tardíos alcanzaron la madurez. Los maizales de primera ocupación transitan la etapa de llenado de los granos o la madurez. Se detectó la aparición de chicharrita, por lo que se están aplicando estrategias para el control. Los lotes tardíos evidenciaron síntomas de estrés térmico debido a las temperaturas altas que se estuvieron registrando. La soja inició la fase reproductiva del ciclo ontogénico, presentando una buena evolución.

El sorgo granífero se observa en fase de floración o llenado de granos, mostrando muy buenas condiciones generales.

REGIÓN II SUR: los girasoles transitan el estado de floración o llenado de granos, sin presentar síntomas por los déficits hídricos registrados. Los maizales de siembra temprana se hallan en la etapa de llenado de los granos, presentando síntomas de estrés hídrico. Las variedades tardías se encuentran en pleno desarrollo vegetativo. La soja se observa en estado de floración o formación de vainas, en tanto las variedades de segunda ocupación presentan un crecimiento vegetativo acotado, dadas las condiciones de déficit hídrico. El sorgo granífero de primera siembra se observa en plena fase de llenado de granos, mientras que los tardíos transitan la fase vegetativa del ciclo ontogénico.

REGIÓN III: avanza la cosecha de girasol con rendimientos entre 18 y 25 qq/ha. Los maizales tempranos transitan el final del llenado de granos o la madurez fisiológica. Las variedades tardías atraviesan el crecimiento vegetativo. La soja de primera ocupación se observa en estado de floración o formación de vainas. Las variedades de segunda presentan un stand inicial de plantas muy heterogéneo debido al déficit hídrico o al exceso de precipitaciones, según las zonas. El sorgo granífero se observa entre los estadios de panojamiento y llenado de granos.

REGIÓN IV: los maizales de primera siembra se hallan en la etapa de floración o llenado de los granos, mientras que los lotes tardíos se observan en proceso de desarrollo vegetativo. El sorgo granífero de primera siembra alcanzó la fase de floración, mientras que los tardíos se hallan en la fase vegetativa del ciclo ontogénico.

REGIÓN V NORTE: los girasoles y el maíz de primera siembra transitan la etapa de llenado de los granos o madurez, sin signos de estrés. Los maizales tardíos se hallan en pleno desarrollo vegetativo. La soja de primera ocupación se observa en estado de floración, mientras que las variedades de segunda presentan un crecimiento y desarrollo limitado debido a la escasez hídrica. El sorgo granífero transitan el estado de floración o llenado de granos, según las zonas, mostrando un buen estado general.

REGIÓN V SUR: los girasoles transitan el estado de floración o llenado de granos, presentando buenas condiciones generales. Los maizales de primera ocupación se hallan en la etapa de floración o llenado de granos, mientras que las variedades tardías se encuentran en crecimiento vegetativo. La soja se observa en estado vegetativo o la floración según la fecha de siembra, mostrando signos de estrés hídrico.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Tanto la temperatura máxima como la mínima, presentaron anomalías negativas respecto al promedio 1991-2020 en la mayor parte del centro y norte del país y en el este de la Patagonia.

En el oeste de la región patagónica las anomalías fueron positivas, con más de 7 °C de diferencia. En esta zona se registró un récord de temperatura máxima de 38.4 °C en El Bolsón el día 05/01/2026, que superó al récord previo que era de 37.4 °C ocurrido el día 22/01/2024.

Década 1 ENERO 2026

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	26.7	31.0	6	10.4	5.6	4	18.5	21.6	-3.1
Bahia Blanca	Buenos Aires	30.6	36.0	10	12.8	6.1	4	21.7	23.6	-1.9
Bolívar	Buenos Aires	27.5	31.4	1	11.5	7.0	4	19.5	22.3	-2.9
Coronel Suarez	Buenos Aires	28.2	32.9	10	10.3	5.2	4	19.2	21.5	-2.3
Ezeiza	Buenos Aires	27.5	33.0	1	14.5	7.4	4	21.0	24.2	-3.2
Junín	Buenos Aires	26.9	30.3	6	13.9	10.2	4	20.4	23.1	-2.7
La Plata	Buenos Aires	26.1	30.6	1	13.0	6.5	4	19.6	23.2	-3.6
Las Flores	Buenos Aires	26.5	31.0	6	12.2	7.5	4	19.4	22.6	-3.2
Mar Del Plata	Buenos Aires	23.5	32.0	6	11.4	7.6	4	17.4	20.4	-3.0
Nueve de Julio	Buenos Aires	27.5	31.0	1	14.2	10.3	8	20.9	23.3	-2.4
Pehuajó	Buenos Aires	27.7	32.8	1	13.8	8.8	4	20.8	23.0	-2.2
Pigüé	Buenos Aires	27.5	32.7	10	11.5	7.1	2	19.5	21.5	-2.0
Tandil	Buenos Aires	25.9	30.4	6	9.6	5.4	4	17.7	21.0	-3.3
Tres Arroyos	Buenos Aires	28.0	34.0	6	11.5	8.1	4	19.7	21.9	-2.2
Laboulaye	Córdoba	29.7	35.7	1	15.2	12.7	3	22.4	23.2	-0.8
Marcos Juárez	Córdoba	28.3	34.6	1	14.1	9.4	4	21.2	23.7	-2.5
Pilar	Córdoba	29.9	36.4	1	17.2	13.4	4	23.5	23.9	-0.4
Río Cuarto	Córdoba	29.5	35.2	1	15.1	12.6	3	22.3	23.0	-0.7
Concordia	Entre Ríos	29.3	36.8	1	17.1	9.9	4	23.2	25.8	-2.6
Gualeguaychú	Entre Ríos	28.2	34.6	1	16.5	9.6	4	22.4	25.0	-2.6
Paraná	Entre Ríos	28.9	35.4	1	17.9	12.6	4	23.4	25.2	-1.8
General Pico	La Pampa	29.2	36.0	1	14.8	10.5	3	22.0	23.8	-1.8
Santa Rosa	La Pampa	31.2	37.4	1	14.4	11.5	4	22.8	23.7	-0.9
Ceres	Santa Fe	32.0	39.0	2	19.2	14.0	4	25.6	25.8	-0.2
Reconquista	Santa Fe	30.1	36.0	2	19.6	13.5	4	24.9	26.8	-1.9
Rosario	Santa Fe	29.1	34.6	1	16.9	11.2	4	23.0	24.8	-1.8

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas mínimas se presentaron dentro de los valores normales o inferiores a los mismos en casi todo el territorio, a excepción de la región de Cuyo, noroeste y este de la Patagonia en donde se observaron anomalías positivas. Las temperaturas máximas mostraron un patrón tipo dipolo, con desvíos negativos en el norte de la región central, norte del país y oeste de la Patagonia, y desvíos positivos en el centro y sur de la franja central del país, este y sur de la Patagonia.

Década 2 ENERO 2026

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	30.8	37.0	12	12.5	4.2	19	21.7	21.3	0.4
Bahía Blanca	Buenos Aires	31.7	38.2	11	14.4	6.0	19	23.0	23.5	-0.5
Bolívar	Buenos Aires	31.2	37.3	11	13.0	5.0	19	22.1	22.1	0.0
Coronel Suárez	Buenos Aires	30.5	37.1	11	12.5	4.6	19	21.5	21.2	0.3
Ezeiza	Buenos Aires	32.7	38.6	12	17.7	9.9	19	25.2	23.7	1.5
Junín	Buenos Aires	30.3	35.1	12	16.0	10.0	19	23.2	22.8	0.4
La Plata	Buenos Aires	30.2	34.0	12	16.3	9.8	19	23.2	22.8	0.4
Las Flores	Buenos Aires	31.3	37.5	12	15.2	7.5	19	23.2	22.3	0.9
Mar Del Plata	Buenos Aires	27.3	38.7	12	12.4	7.0	19	19.8	19.9	-0.1
Nueve de Julio	Buenos Aires	31.8	37.0	12	16.2	9.5	19	24.0	23.1	0.9
Pehuajó	Buenos Aires	31.3	37.1	12	16.2	9.0	19	23.8	22.9	0.9
Pigüé	Buenos Aires	29.7	37.2	11	14.4	8.2	19	22.0	21.3	0.7
Tandil	Buenos Aires	30.1	37.2	12	11.5	3.5	19	20.8	20.5	0.3
Tres Arroyos	Buenos Aires	30.3	39.8	11	13.0	6.6	19	21.7	21.5	0.2
Laboulaye	Córdoba	32.6	37.0	11	16.6	12.3	19	24.6	23.1	1.5
Marcos Juárez	Córdoba	31.3	35.0	12	16.4	11.6	20	23.9	23.4	0.5
Pilar	Córdoba	30.2	32.5	12	18.6	14.0	19	24.4	23.6	0.8
Río Cuarto	Córdoba	31.5	35.9	17	17.0	12.2	19	24.2	23.0	1.2
Concordia	Entre Ríos	31.5	34.0	13	18.7	13.0	19	25.1	25.3	-0.2
Gualeduaychú	Entre Ríos	32.5	37.0	12	18.4	12.0	19	25.5	24.5	1.0
Paraná	Entre Ríos	31.1	34.2	12	19.4	12.8	19	25.3	24.8	0.5
General Pico	La Pampa	32.4	38.6	11	16.7	10.6	19	24.5	23.8	0.7
Santa Rosa	La Pampa	33.0	40.6	11	17.1	11.1	19	25.0	23.9	1.1
Ceres	Santa Fe	31.7	33.6	13	19.9	13.8	20	25.8	25.4	0.4
Reconquista	Santa Fe	31.3	33.5	18	20.2	15.3	20	25.7	26.2	-0.5
Rosario	Santa Fe	32.1	36.5	12	18.8	15.0	19	25.5	24.6	0.9

2.3 TERCERA DÉCADA

La temperatura máxima media de la década registró los mayores apartamientos de la normal en el oeste y sur patagónicos y el sudoeste bonaerense, con anomalías que rondaron los 3 °C y 4 °C, alcanzando a superar los 5 °C puntualmente en localidades de la costa de Santa Cruz. En el campo de temperatura mínima media también predominaron las anomalías positivas, aunque de menor magnitud, y fueron cercanas a 0 °C y levemente negativas en la región NEA.

Con respecto a las temperaturas máximas absolutas y mínimas máximas, durante este periodo se registraron olas de calor y eventos de calor extremo que afectaron principalmente a la Patagonia y a la franja central del país.

Década 3 ENERO 2026

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DÍA	MED	ABS	DÍA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	31.9	35.2	25	15.4	9.8	21	23.7	21.8	1.9
Bahía Blanca	Buenos Aires	34.5	38.3	25	18.0	12.2	27	26.3	23.9	2.4
Bolívar	Buenos Aires	32.3	33.9	25	15.8	11.0	29	24.0	22.4	1.6
Coronel Suárez	Buenos Aires	32.9	35.3	30	16.0	11.9	27	24.4	21.2	3.2
Ezeiza	Buenos Aires	32.6	36.2	26	19.8	17.0	29	26.2	24.4	1.8
Junín	Buenos Aires	31.1	34.0	25	17.4	14.0	29	24.2	23.0	1.2
La Plata	Buenos Aires	30.7	36.5	26	19.0	16.0	28	24.8	23.4	1.4
Las Flores	Buenos Aires	31.7	35.5	25	17.0	13.5	29	24.4	22.7	1.7
Mar Del Plata	Buenos Aires	28.7	35.3	26	16.0	9.3	28	22.3	20.7	1.6
Nueve de Julio	Buenos Aires	32.6	35.0	25	17.6	15.2	21	25.1	23.3	1.8
Pehuajó	Buenos Aires	31.8	33.7	25	18.4	16.2	29	25.1	23.0	2.1
Pigüé	Buenos Aires	32.3	34.7	30	17.6	13.9	21	25.0	21.5	3.5
Tandil	Buenos Aires	31.4	34.6	25	14.4	9.3	28	22.9	21.0	1.9
Tres Arroyos	Buenos Aires	32.4	35.5	28	17.6	12.9	28	25.0	22.0	3.0
Laboulaye	Córdoba	33.2	35.5	23	17.8	15.5	23	25.5	23.3	2.2
Marcos Juárez	Córdoba	32.1	34.5	24	17.1	12.5	21	24.6	23.6	1.0
Pilar	Córdoba	31.9	33.7	23	19.0	15.6	21	25.5	23.8	1.7
Río Cuarto	Córdoba	32.0	34.4	29	18.1	15.7	26	25.1	23.1	2.0
Concordia	Entre Ríos	34.6	38.0	27	20.1	16.0	21	27.4	25.7	1.7
Gualeduaychú	Entre Ríos	34.2	38.2	26	19.6	15.9	21	26.9	25.1	1.8
Paraná	Entre Ríos	33.2	34.9	30	19.8	16.1	21	26.5	25.1	1.4
General Pico	La Pampa	32.8	34.4	25	19.4	17.4	27	26.1	23.9	2.2
Santa Rosa	La Pampa	33.8	36.1	22	19.0	15.5	27	26.5	23.8	2.7
Ceres	Santa Fe	33.5	36.0	30	19.0	14.7	22	26.3	25.5	0.8
Reconquista	Santa Fe	34.3	37.6	26	21.1	16.7	22	27.7	26.3	1.4
Rosario	Santa Fe	34.0	35.8	25	19.4	17.0	22	26.7	25.0	1.7

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

MED: valor medio

ABS: valor absoluto

DÍA: fecha en que se registró el valor absoluto

SD: sin datos

PRO: valor promedio del período 1991-2020

DN: desvío del promedio

2.4 HELADAS

No se registraron heladas.

2.5 GRADOS DÍA

ENERO 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	352.0	1094.6	259.0	744.7	18
Bahía Blanca	Buenos Aires	426.7	1250.5	333.7	900.2	23
Bolívar	Buenos Aires	369.9	1200.5	276.9	842.1	19
Coronel Suarez	Buenos Aires	366.2	1073.7	273.2	725.6	20
Ezeiza	Buenos Aires	440.8	1406.1	347.8	1042.5	20
Junín	Buenos Aires	391.8	1335.3	298.8	972.2	15
La Plata	Buenos Aires	391.5	1241.9	298.5	883.6	14
Las Flores	Buenos Aires	384.5	1273.0	291.5	912.0	18
Mar Del Plata	Buenos Aires	308.1	963.6	215.1	625.6	10
Nueve de Julio	Buenos Aires	415.1	1354.2	322.1	990.7	19
Pehuajó	Buenos Aires	411.5	1372.6	318.5	1011.2	18
Pigüé	Buenos Aires	379.8	1115.9	286.8	768.9	16
Tandil	Buenos Aires	327.1	1000.0	234.1	657.9	14
Tres Arroyos	Buenos Aires	379.1	1184.7	286.1	834.1	17
Laboulaye	Córdoba	440.5	1462.9	347.5	1098.1	23
Marcos Juárez	Córdoba	411.2	1416.0	318.2	1051.3	20
Pilar	Córdoba	449.3	1580.7	356.3	1215.0	21
Río Cuarto	Córdoba	431.0	1481.0	338.0	1117.6	20
Concordia	Entre Ríos	474.0	1596.1	381.0	1227.1	21
Gualeguaychú	Entre Ríos	464.3	1520.5	371.3	1151.5	22
Paraná	Entre Ríos	468.3	1574.5	375.3	1206.3	21
General Pico	La Pampa	442.2	1454.6	349.2	1094.8	23
Santa Rosa	La Pampa	459.5	1497.2	366.5	1138.3	23
Ceres	Santa Fe	493.2	1708.9	400.2	1339.9	23
Reconquista	Santa Fe	500.9	1709.6	407.9	1340.6	21
Rosario	Santa Fe	468.7	1527.8	375.7	1159.7	23

[Referencias correspondientes a la tabla de grados día \(grados\).](#)

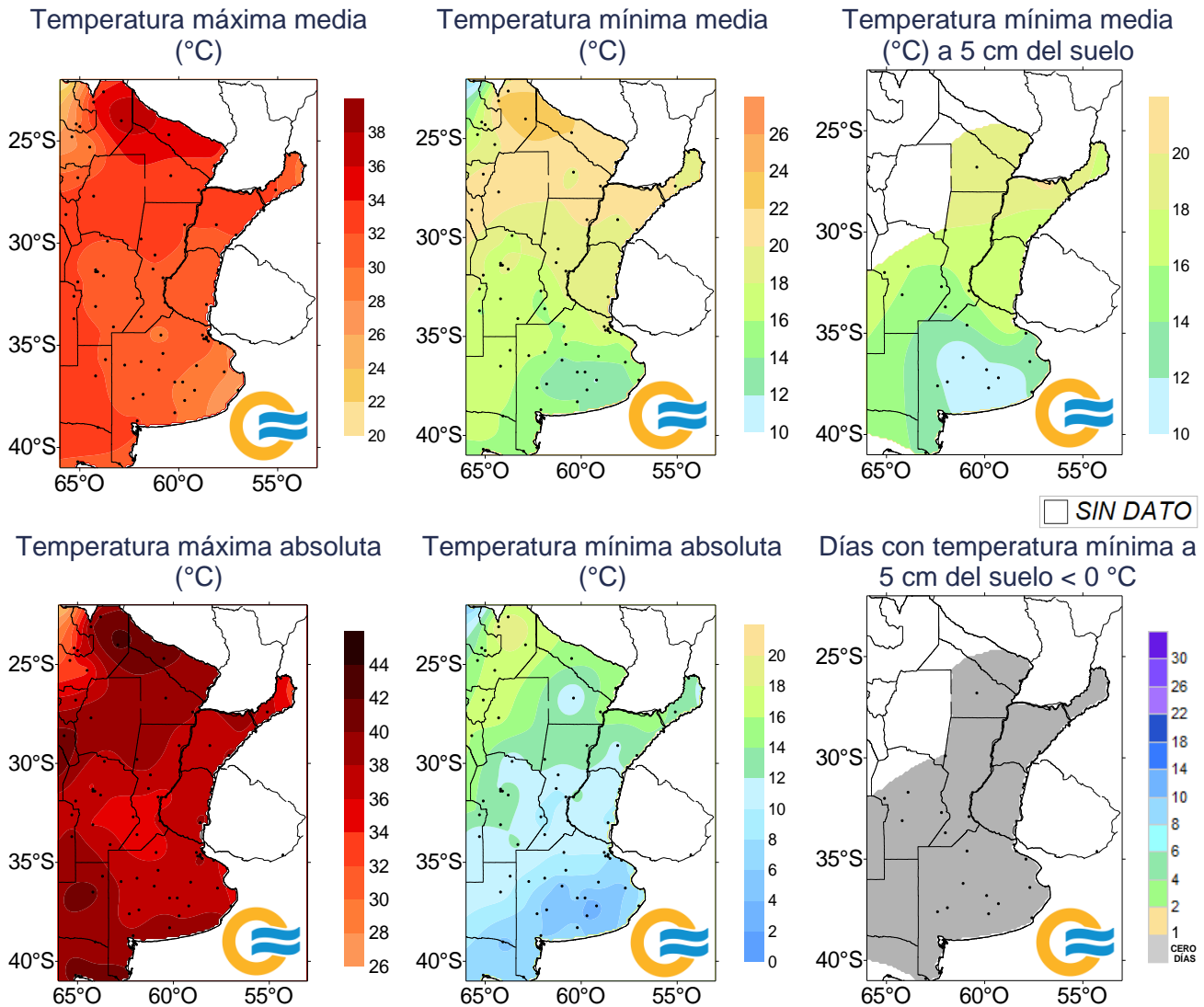
MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

ENERO 2026



2.7 MONITOREO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

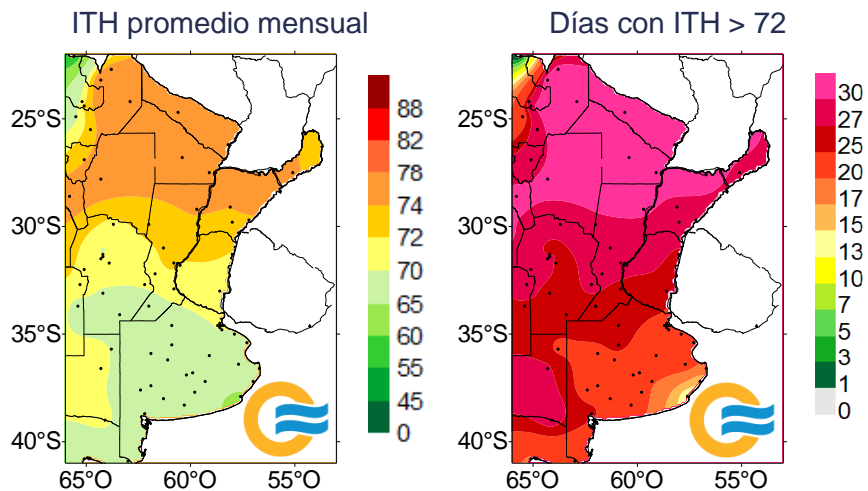
El ITH* es un índice biometeorológico que permite cuantificar el estrés calórico a través de la temperatura y la humedad del aire. Este índice puede ser utilizado para el ganado vacuno, caprino, etc. En particular lo aplicamos a las vacas lecheras, donde se ha establecido que la zona de confort térmico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

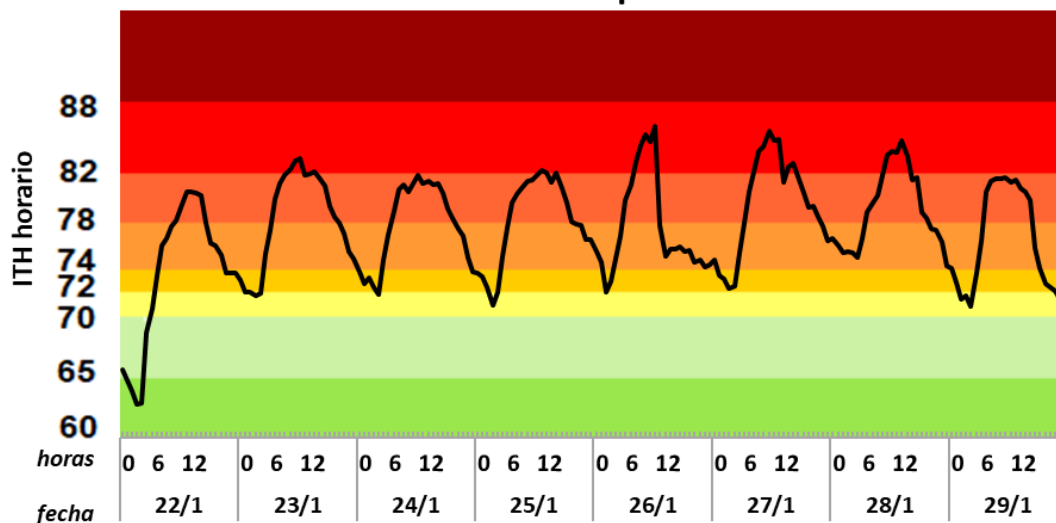
- 1- mayor a 72** la producción de leche comienza a ser afectada.
- 2- alerta, ITH entre 74 - 78**, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales.
- 3- peligro, ITH entre 78 – 82**, la productividad de los animales es altamente disminuida 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. Dentro de la cuenca lechera, en la zona de Santa Fe se registró un período de 94 horas consecutivas (casi 4 días) con valores de temperatura y humedad que son perjudiciales para el bienestar animal.

ENERO 2026



ITH - Reconquista



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 enero de 2026.

3.1 PRIMERA DÉCADA

Durante los primeros días de esta década se registraron precipitaciones en diferentes áreas del país, particularmente en el NOA fueron más frecuentes y de mayor volumen, registrándose el día 03/01 en Jujuy Universidad 45 mm. En los días subsiguientes, el dominio de un sistema de alta presión sobre el centro del país, generó condiciones de estabilidad atmosférica y buenas condiciones de tiempo.

Las precipitaciones más abundantes y más generalizadas se produjeron en la segunda mitad de esta década como consecuencia de un centro de baja presión en el NOA y un frente estacionario ubicado en el Litoral que generaron condiciones de inestabilidad atmosférica provocando lluvias y tormentas en el centro y norte del territorio. Las lluvias más abundantes registradas se muestran en la Tabla I.

Tabla 1. Precipitación acumulada diaria (mm) mayor a 40 mm.

Localidad	Provincia	Lluvia diaria (mm)	Fecha
* Chepes	La Rioja	165	8/1/2026
Ceres Aero	Santa Fe	104	8/1/2026
Córdoba Aero	Córdoba	73	8/1/2026
Córdoba Observatorio	Córdoba	69	8/1/2026
Escuela Aviación Militar	Córdoba	68	8/1/2026
Reconquista Aero	Santa Fe	67	8/1/2026
Resistencia Aero	Chaco	60	9/1/2026
San Rafael Aero	Mendoza	50	7/1/2026
Sunchales	Santa Fe	50	8/1/2026
Pilar Observatorio	Córdoba	49	8/1/2026
Concordia Aero	Entre Ríos	46	9/1/2026
Corrientes Aero	Corrientes	44	9/1/2026
Paso De Los Libres Aero	Corrientes	44	9/1/2026
Monte Caseros Aero	Corrientes	43	9/1/2026

* Récord diario de precipitación en Chepes para enero, récord anterior: 91 mm el 05/01/1994.

Las precipitaciones acumuladas en el total de la década fueron abundantes en el centro y norte del país, en tanto las anomalías positivas se registraron en Cuyo y en la franja central del territorio.

De acuerdo con la distribución de precipitaciones en esta década y las temperaturas, los suelos perdieron humedad en el noreste argentino, encontrándose en buenas condiciones hídricas aunque en algunos sectores continúan los excesos hídricos. El sur de la región Pampeana presenta déficits de agua en el suelo, según el balance hídrico analizado.

Década 1 ENERO 2026

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	9.0	-20.3	1	9.0	6
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.0	-24.7	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	1.0	-35.2	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	0.2	-23.0	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	3.1	-29.9	1	3.0	9
Junín	Buenos Aires	39.0	-3.2	2	22.0	6
La Plata	Buenos Aires	14.0	-25.9	2	8.0	10
Las Flores	Buenos Aires	1.0	-30.1	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	2.8	-23.5	1	2.0	6
Nueve de Julio	Buenos Aires	8.0	-34.0	2	5.0	1
Pehuajó	Buenos Aires	5.0	-31.6	2	3.0	1
Pigüé	Buenos Aires	1.0	-23.9	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	0.0	-35.1	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.2	-24.6	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	4.0	-46.0	1	4.0	6
Marcos Juárez	Córdoba	25.0	-20.1	3	13.0	9
Pilar	Córdoba	59.0	22.0	3	49.0	8
Río Cuarto	Córdoba	4.0	-51.3	1	4.0	8
Concordia	Entre Ríos	50.0	8.5	3	46.0	9
Gualedguaychú	Entre Ríos	21.5	-20.2	3	15.0	9
Paraná	Entre Ríos	14.5	-15.3	1	14.0	8
General Pico	La Pampa	16.1	-20.9	1	16.0	6
Santa Rosa	La Pampa	31.8	2.3	1	31.0	6
Ceres	Santa Fe	111.5	66.6	3	104.0	8
Reconquista	Santa Fe	90.0	37.0	4	67.0	8
Rosario	Santa Fe	12.0	-28.7	1	12.0	9

3.2 SEGUNDA DÉCADA

A partir del día 12, un sistema frontal quedó estacionado sobre el sudeste de la franja central del país dejando precipitaciones de valores escasos acumulados. Posteriormente, otro sistema de mal tiempo afectó con lluvias y tormentas a las provincias del norte y noreste del territorio nacional. Hacia el final del período analizado, un sistema de baja presión se posicionó sobre la región del Noroeste, con un frente frío asociado que afectó a la región centro y norte del país. Los mayores valores de precipitación se registraron en Metán (185 mm); Tucumán (179.4 mm); Tartagal (123 mm); Orán (102.4 mm); Catamarca (93 mm); La Rioja (83.3 mm); Salta (83 mm); Resistencia (114 mm); Corrientes (94 mm) y Ceres (90 mm).

Por el contrario, gran parte de la franja central del país presentó desvíos negativos de lluvia a lo largo de esta segunda década de enero. Mendoza, San Luis, Córdoba, sur de Santa Fe, centro y norte de la provincia de Buenos Aires, este de entre Ríos, este de Corrientes y Misiones, registraron precipitaciones por debajo o muy por debajo de los valores promedio para el período de análisis.

Las reservas de humedad dentro del suelo presentaron un aumento en la región del NOA y en zonas puntuales, como el centro-oeste de Santa Fe, este de Chaco, noroeste de Corrientes y el sudeste de la provincia de Buenos Aires, a causa de las precipitaciones registradas. Se observa un descenso del agua almacenada en el perfil edáfico en gran parte de la franja central del país y en la Mesopotamia. Según el modelo de balance hídrico analizado, el suelo quedó bajo condiciones regulares o secas en la franja central del país y con condiciones de buenas a excesivas en las regiones del NOA y del NEA.

Década 2 ENERO 2026

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	15.0	-23.2	4	7.0	14
Bahia Blanca	Buenos Aires	2.5	-17.4	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	12.0	-20.3	3	5.0	13
Coronel Suarez	Buenos Aires	18.1	-18.4	1	17.0	12
Ezeiza	Buenos Aires	7.0	-20.7	1	7.0	15
Junín	Buenos Aires	53.0	14.8	2	45.0	15
La Plata	Buenos Aires	25.0	-3.1	1	25.0	15
Las Flores	Buenos Aires	27.0	-3.0	2	15.0	15
Mar Del Plata	Buenos Aires	19.0	-7.3	4	9.0	14
Nueve de Julio	Buenos Aires	0.5	-31.7	0	-	-
Pehuajó	Buenos Aires	40.0	4.7	4	28.0	17
Pigüé	Buenos Aires	21.5	-5.5	1	21.0	12
Tandil	Buenos Aires	5.9	-27.2	2	3.0	13
Tres Arroyos	Buenos Aires	49.0	23.2	3	25.0	17
Laboulaye	Córdoba	24.7	-10.2	2	19.0	17
Marcos Juárez	Córdoba	5.0	-25.6	1	5.0	15
Pilar	Córdoba	0.9	-37.0	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-32.7	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	10.0	-28.9	3	4.0	15
Galeguaychú	Entre Ríos	0.0	-41.3	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	32.0	-7.6	2	22.0	15
General Pico	La Pampa	32.0	1.0	1	31.0	12
Santa Rosa	La Pampa	30.0	0.9	2	26.0	12
Ceres	Santa Fe	90.0	47.5	1	90.0	15
Reconquista	Santa Fe	38.8	0.4	1	38.0	15
Rosario	Santa Fe	2.3	-34.2	1	2.0	15

3.3 TERCERA DÉCADA

Las precipitaciones se concentraron principalmente en el centro-oeste del país, donde las anomalías fueron positivas. La frecuencia de días con precipitación fue de 1 a 4 días mayor que lo normal en la diagonal Cuyo - La Pampa - sur de Buenos Aires y, por el contrario, de hasta 4 días más que el promedio en el Litoral y el centro y este de la provincia de Buenos Aires. Las precipitaciones ocurridas en la mayor parte del NOA y en La Pampa dieron algo de alivio a las condiciones deficitarias previas. En tanto, el NEA, Zona Núcleo y el este de la región pampeana tuvieron desecamientos de la humedad del suelo. En estas dos últimas regiones mencionadas los almacenajes son escasos, mayormente en categoría de sequía.

Década 3 ENERO 2026

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	3.0	-33.3	1	3.0	30
Bahia Blanca	Buenos Aires	45.5	23.8	2	30.0	29
Bolívar	Buenos Aires	1.0	-43.1	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	11.0	-26.1	2	8.0	22
Ezeiza	Buenos Aires	8.0	-31.1	1	8.0	26
Junín	Buenos Aires	0.0	-48.8	0	-	-
La Plata	Buenos Aires	4.0	-39.0	1	4.0	26
Las Flores	Buenos Aires	0.1	-35.5	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.0	-38.5	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	5.9	-41.8	1	5.0	23
Pehuajó	Buenos Aires	25.5	-19.0	3	19.0	23
Pigüé	Buenos Aires	24.0	-5.6	2	18.0	22
Tandil	Buenos Aires	0.0	-40.6	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.0	-29.2	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	32.3	-12.8	2	21.0	23
Marcos Juárez	Córdoba	22.0	-16.7	2	20.0	26
Pilar	Córdoba	20.5	-16.7	2	11.0	25
Río Cuarto	Córdoba	18.0	-29.4	2	15.0	25
Concordia	Entre Ríos	0.0	-59.7	0	-	-
Gualedguaychú	Entre Ríos	0.0	-47.4	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	0.0	-42.8	0	-	-
General Pico	La Pampa	71.0	32.4	3	34.0	23
Santa Rosa	La Pampa	65.8	29.1	3	28.0	23
Ceres	Santa Fe	5.0	-47.6	1	5.0	26
Reconquista	Santa Fe	0.0	-59.5	0	-	-
Rosario	Santa Fe	2.0	-41.5	1	2.0	26

Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

PD: precipitación (mm) total de la década

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

MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas

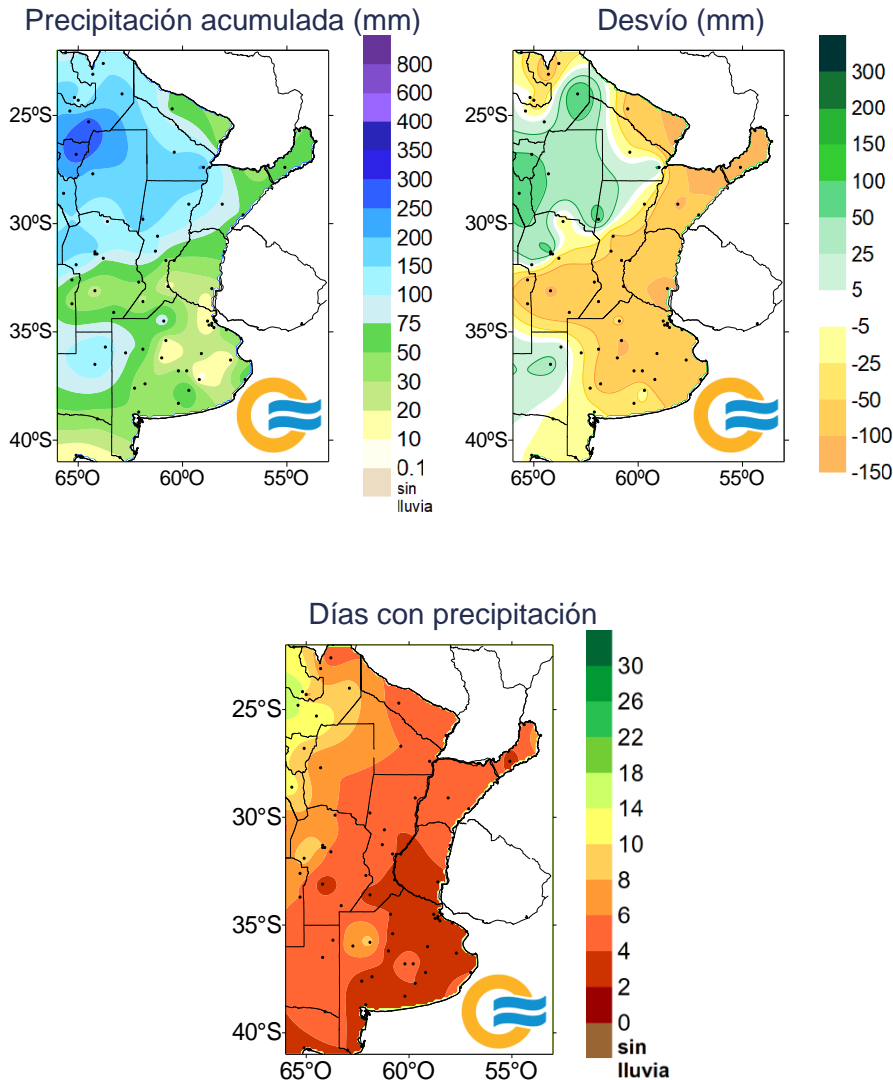
Dllu: días con precipitación > 1 mm

DN: desvío del promedio

DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

ENERO 2026



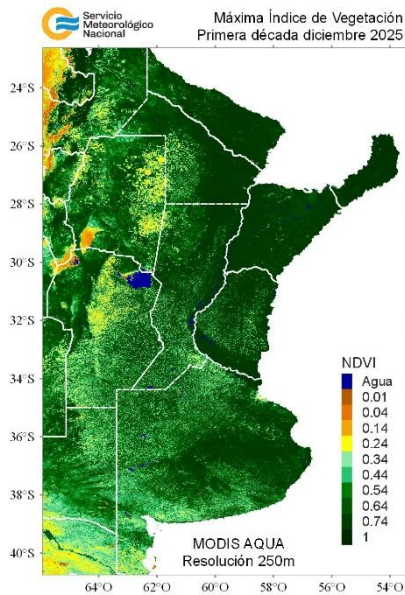
4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

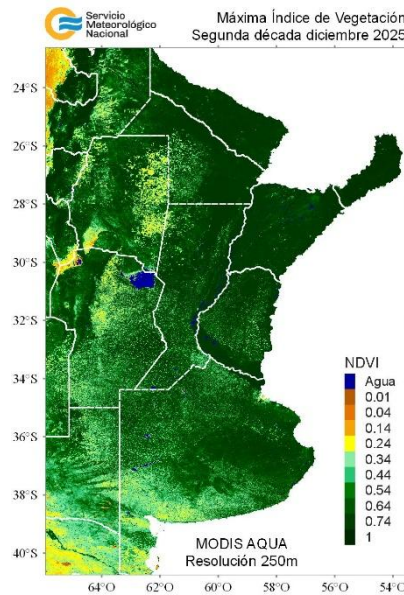
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de diciembre de 2025 y enero de 2026. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se observa un aumento de la actividad fotosintética, en parte asociado a los cultivos de verano que se encuentran en etapa vegetativa y en las primeras fases reproductivas.

DICIEMBRE 2025

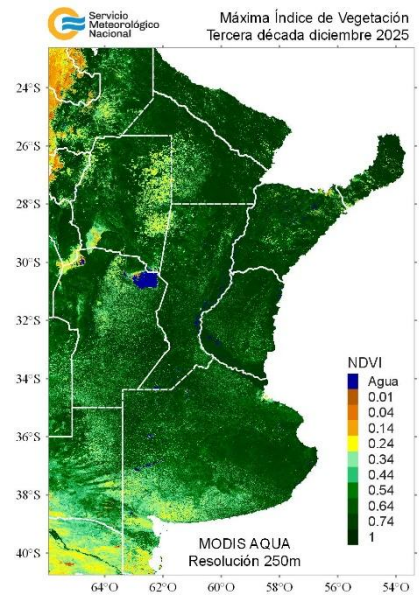
DÉCADA 1



DÉCADA 2

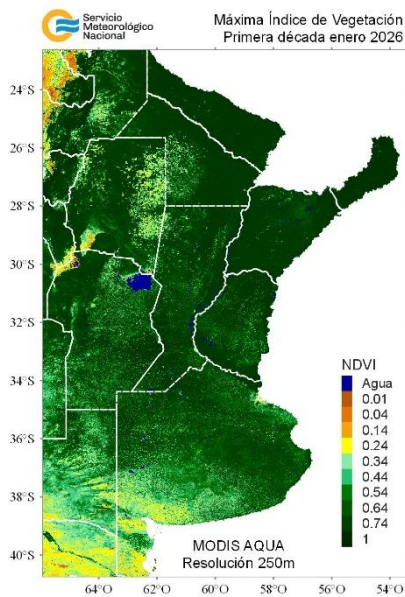


DÉCADA 3

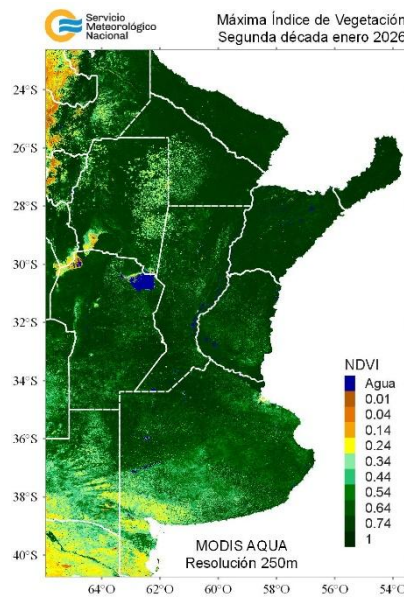


ENERO 2026

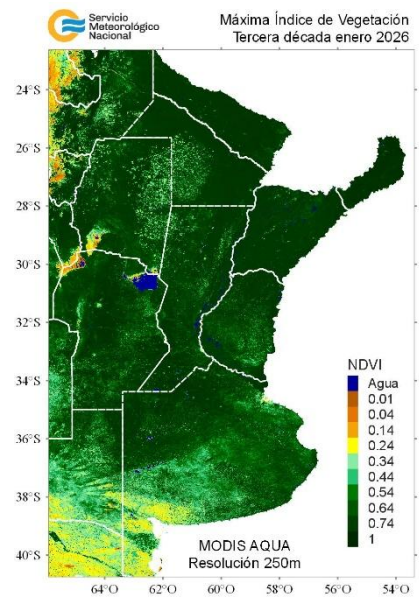
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

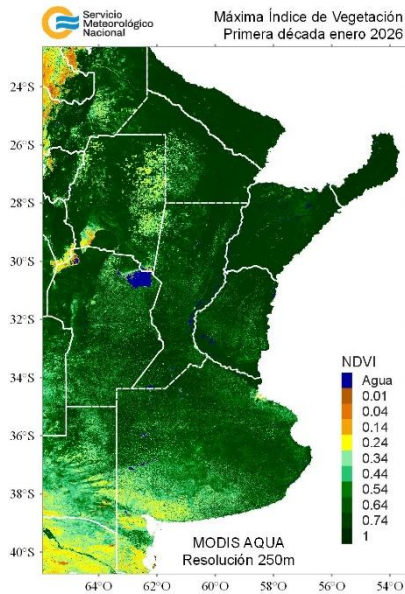
En los siguientes mapas se presenta los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de enero de 2026 y su anomalía respecto al promedio 2003-2023 (período de referencia). El mapa de anomalía del índice de vegetación es la resultante de la diferencia entre las décadas 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.

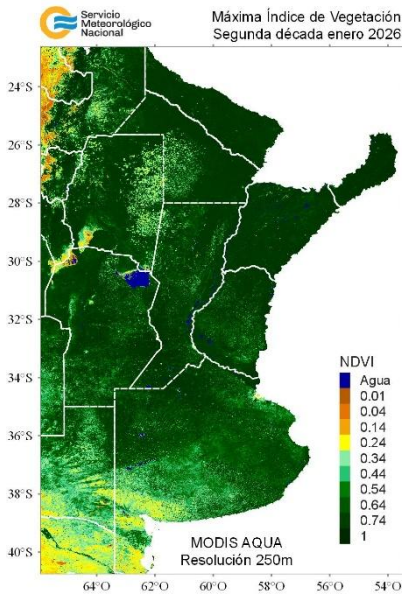
Se observan desvíos positivos respecto del promedio 2003-2023 en el norte de la Mesopotamia, norte de Santa Fe, Formosa, norte de Córdoba y sur de Santiago del Estero.

ENERO 2026

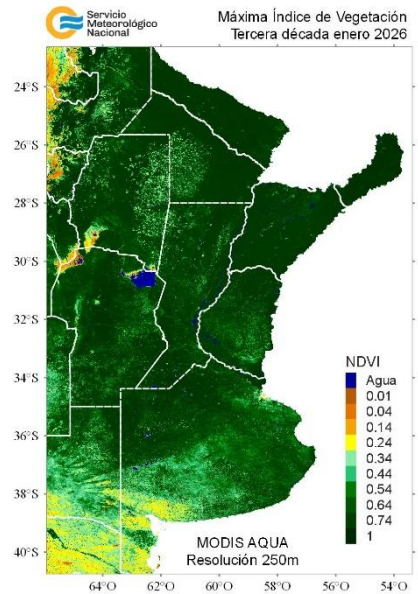
DÉCADA 1



DÉCADA 2

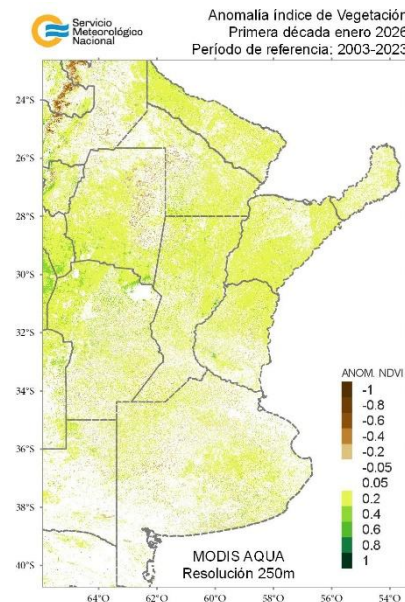


DÉCADA 3

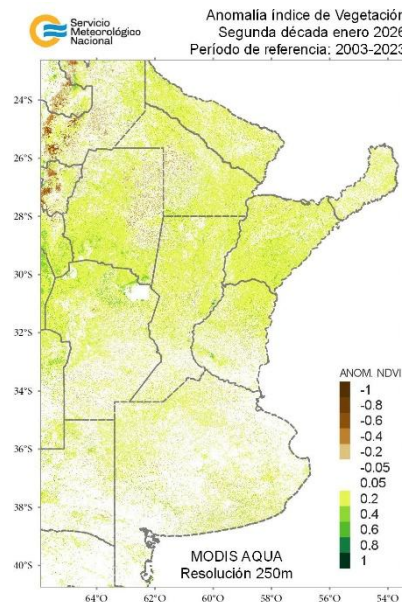


ANOMALÍA ENERO 2003-2023

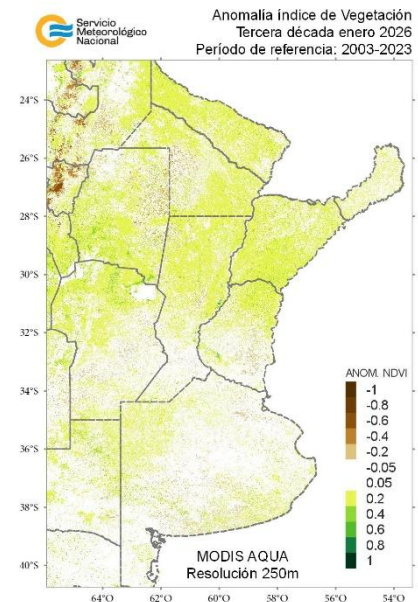
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



4.3. HUMEDAD DEL SUELO

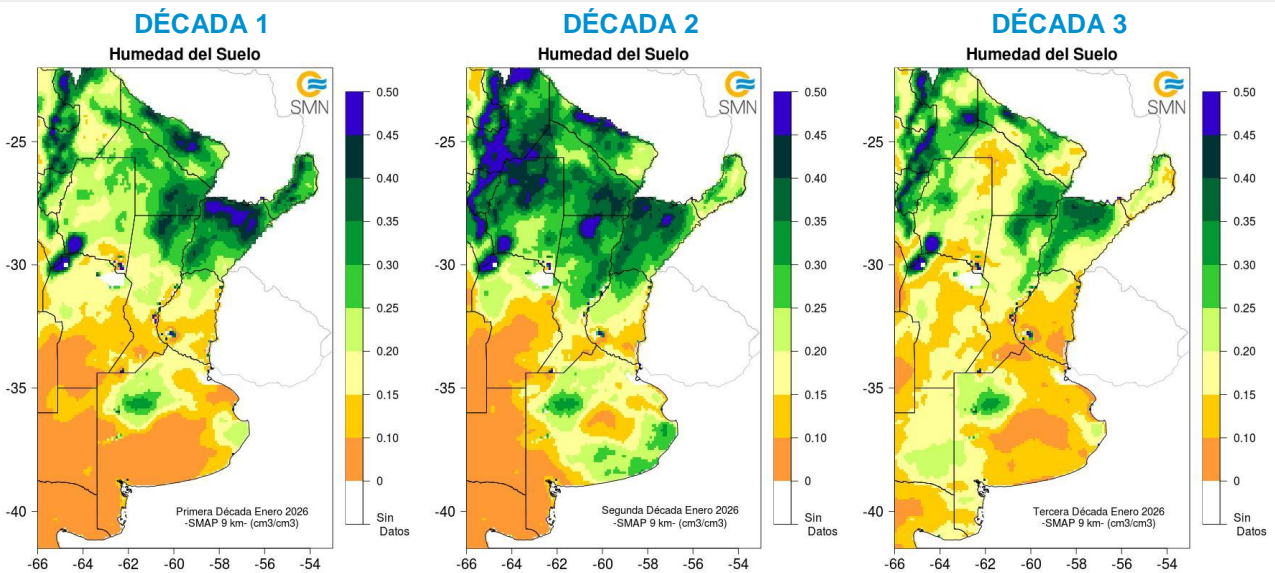
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

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

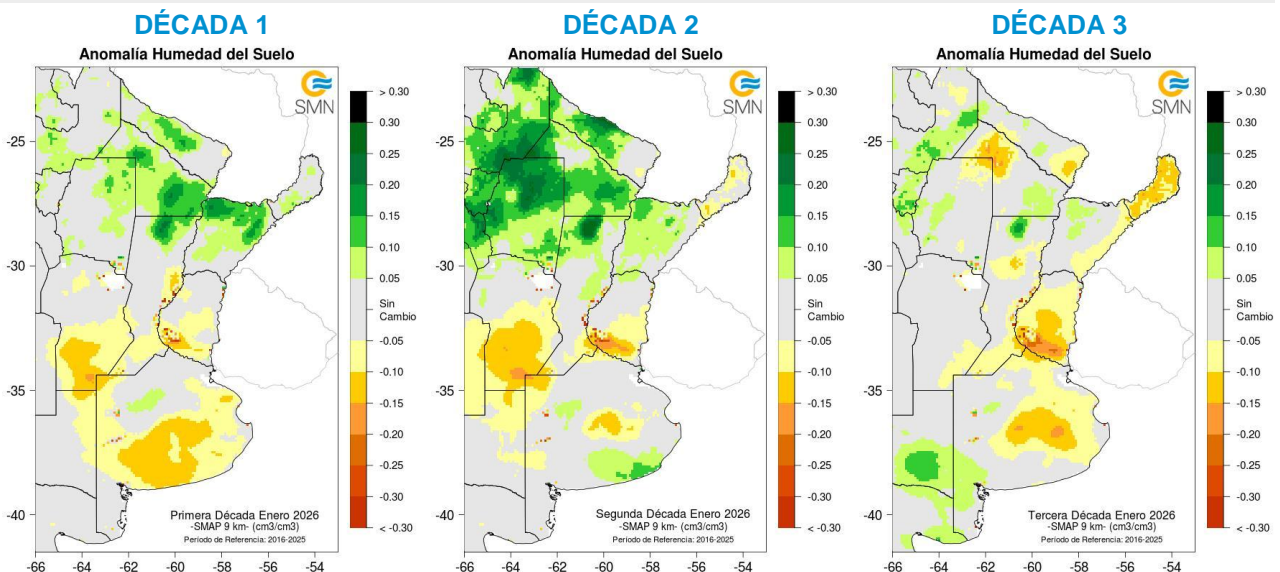
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2025 respecto al periodo 2016-2025, para cada década.

En el norte de la zona productiva de secano los suelos presentan buena humedad, por lo menos en los primeros centímetros, resultando mayor al contenido de agua promedio 2016-2025.

ENERO 2026 HUMEDAD DEL SUELO



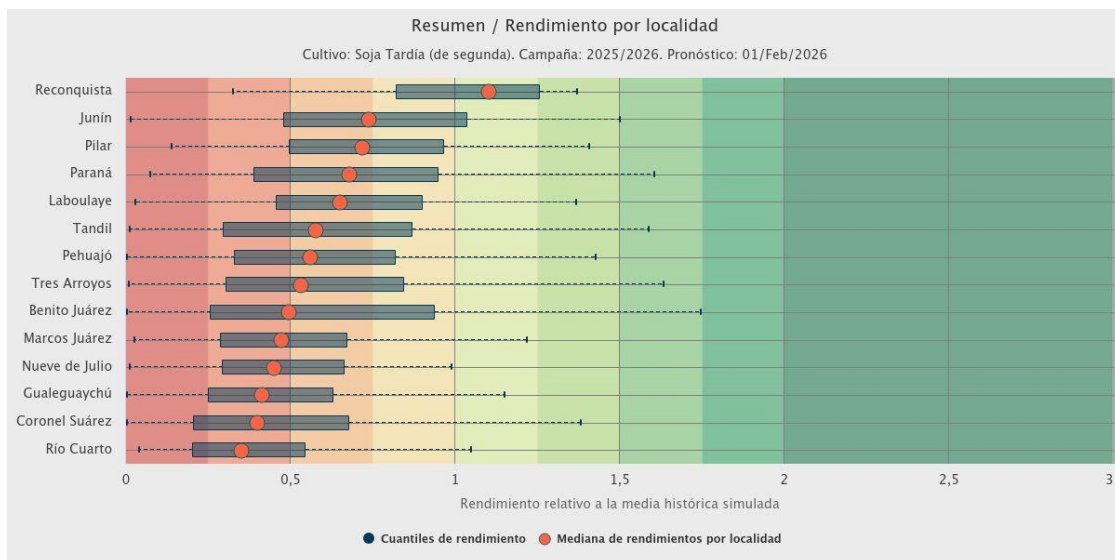
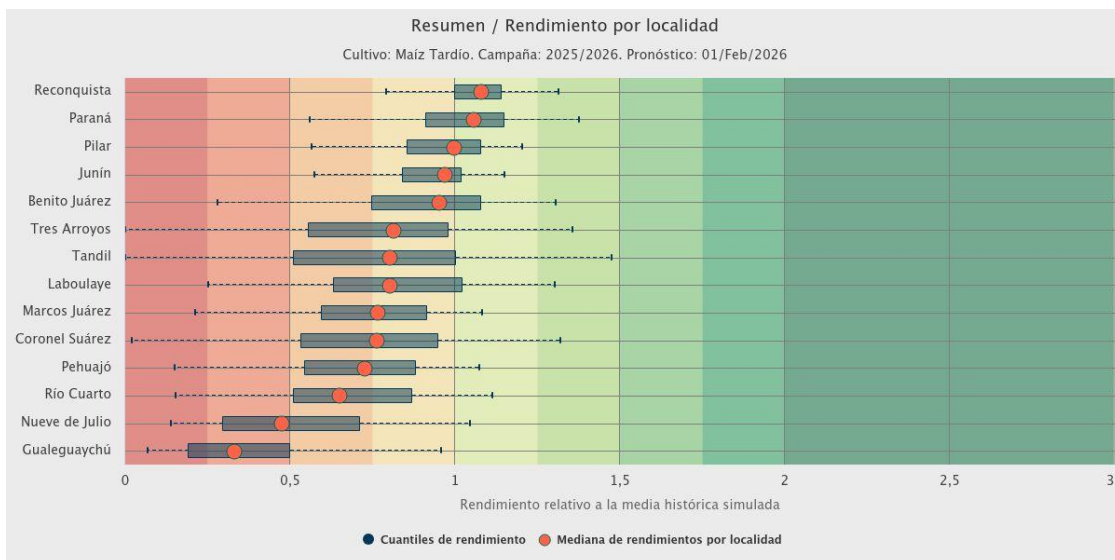
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



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 01/02/2026 (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 ubicada al norte de la región Pampeana, mientras que, el resto de las simulaciones presentan un decaimiento en los rindes. La soja tardía muestra rendimientos por debajo de la mediana de todas las localidades simuladas a excepción de Reconquista.



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).

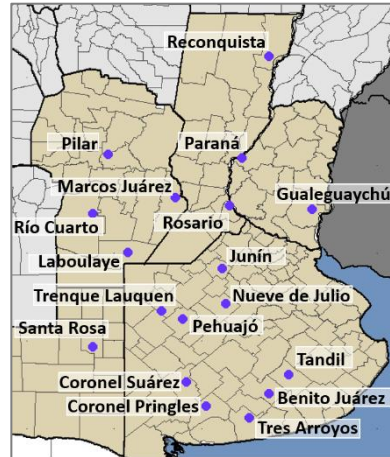
La resolución temporal del satélite es de 3 días, por lo que se obtiene un mapa integrado para la región Argentina con dicha frecuencia, tanto para las pasadas descendentes (6 am – hora local), como las ascendentes (6 pm – hora local). De esta forma, si los datos son óptimos se consideran, para el promedio 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.

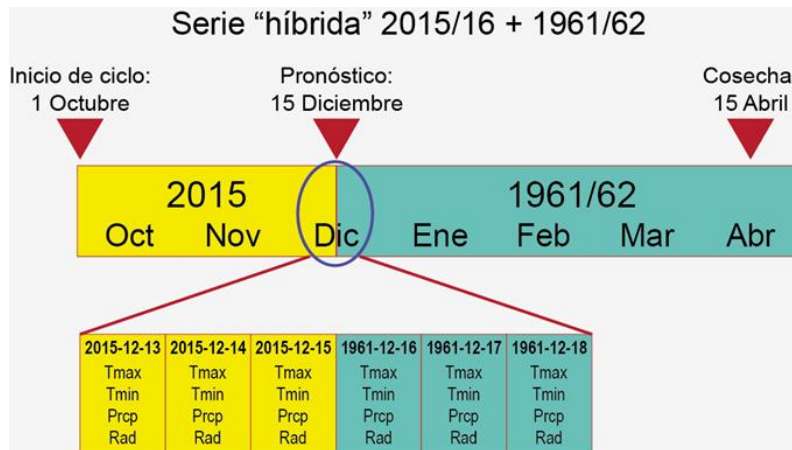


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

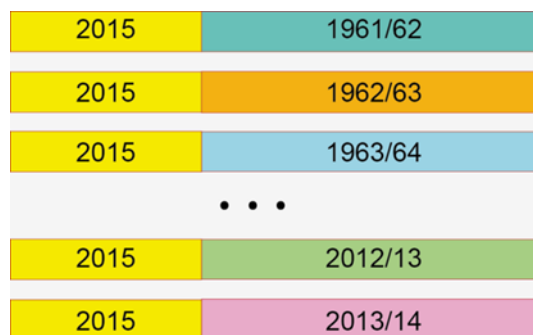


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

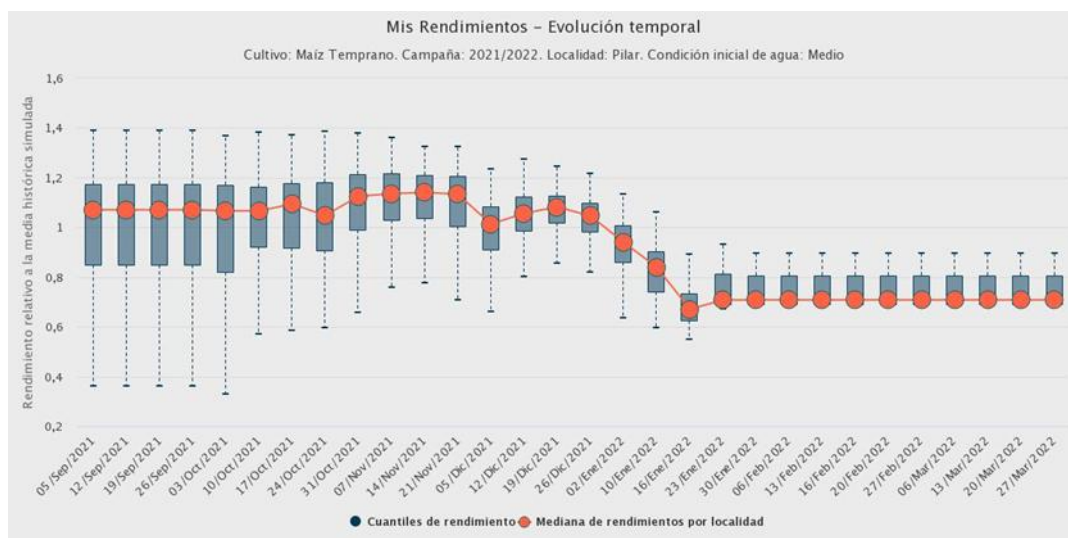


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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.gov.ar/>). Asimismo, como servicio al usuario y en el caso de resultado destacado, se realiza una publicación en las redes sociales de ProRindeS y del SMN donde se incluyen figuras y un texto explicativo.

1.2 Validaciones y limitaciones

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

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

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

1. Introducción

En la última década, más del 90% del trigo argentino se cultiva en una amplia región que va de los 23° a 40° de latitud a los 57° a 67° de longitud, en donde más del 80% se cosecha en la región pampeana (Abbate *et al.*, 2017). En dicha región, se lleva a cabo una producción en secano, por lo cual, el almacenaje de agua en el suelo se ve afectado por la escasez y exceso de precipitaciones. Debido a lo extenso de esta región, la precipitación varía tanto estacional como espacialmente (Pántano *et al.*, 2017). La señal de los eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en las

precipitaciones mensuales en la región de estudio presentan una variabilidad regional. En términos generales las precipitaciones mensuales tienden a estar por encima (debajo) de los valores normales en los eventos El Niño (La Niña), impactando en el almacenamiento de agua en el suelo (Penalba *et al.*, 2019).

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

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

2.2 Materiales y Métodos

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

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

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

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

2.3. Resultados y Discusión

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

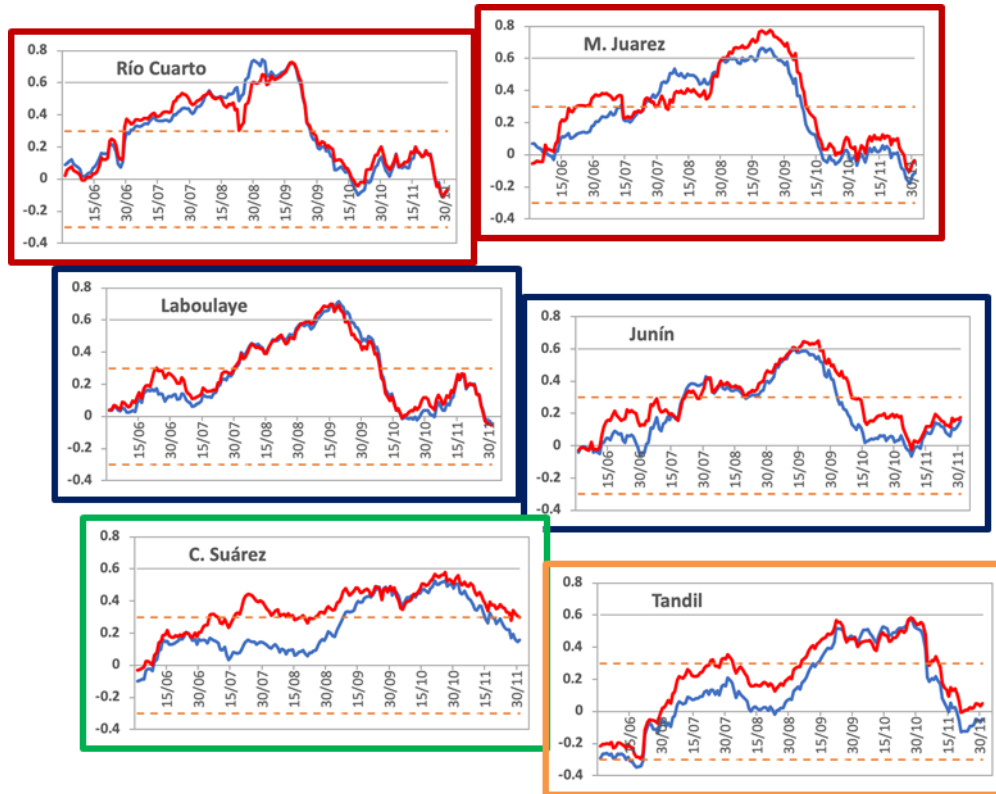


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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

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

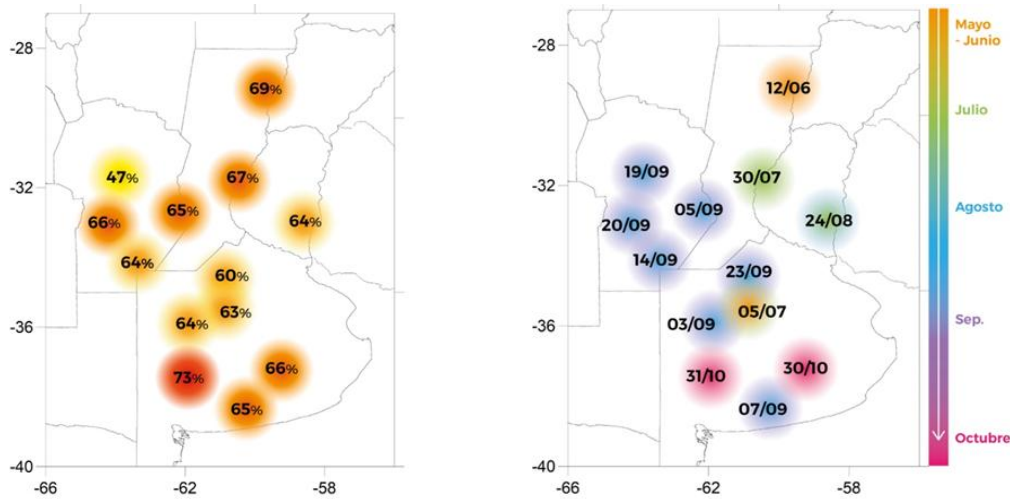


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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

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

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

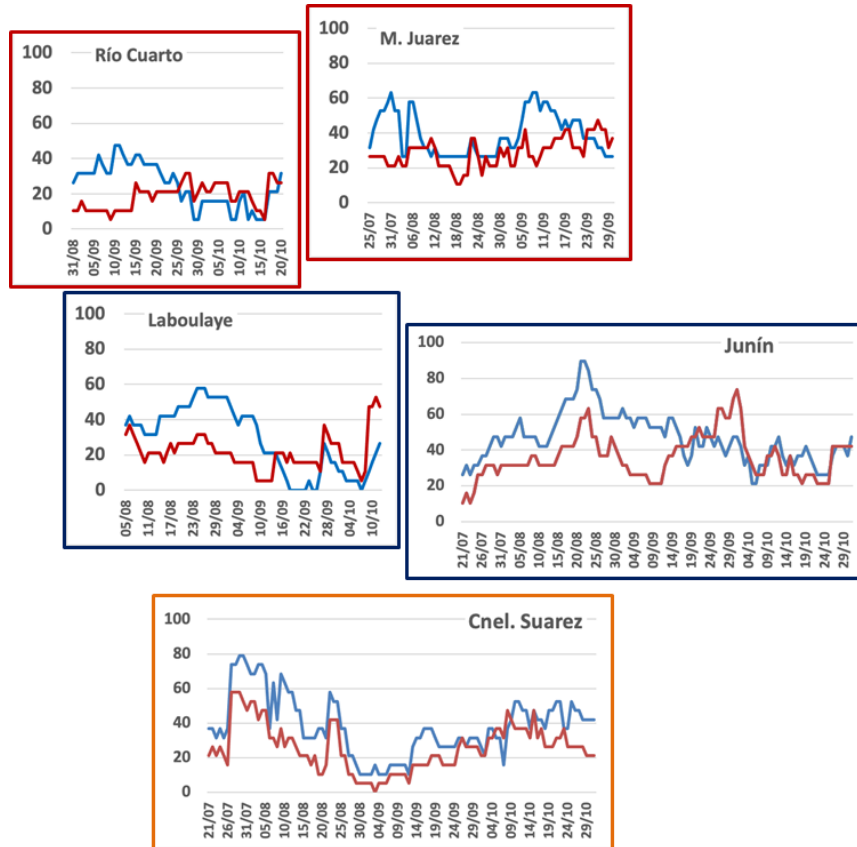


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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

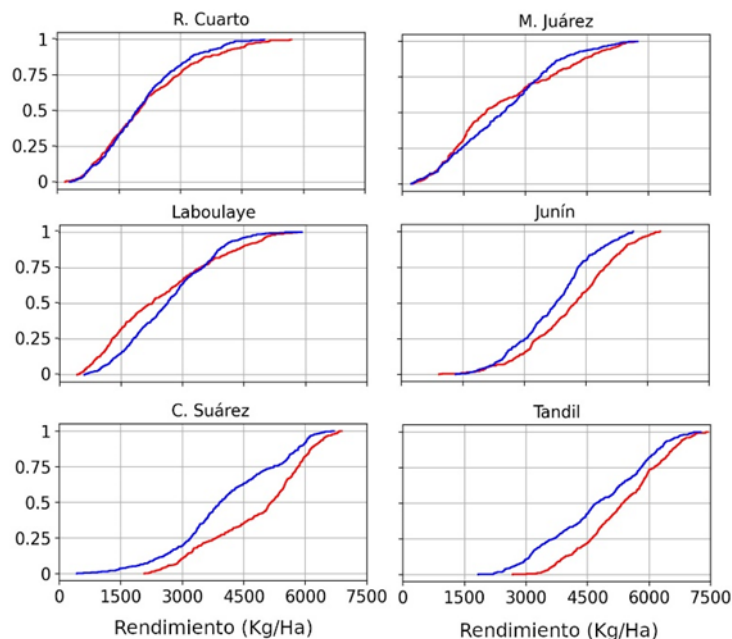


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

2.4. Conclusiones

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

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

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

2.5. Agradecimientos

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

Bibliografía

- Abbate P. E.; Cardós M. J.; Campaña L. E. 2017. *El trigo, su difusión, 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

