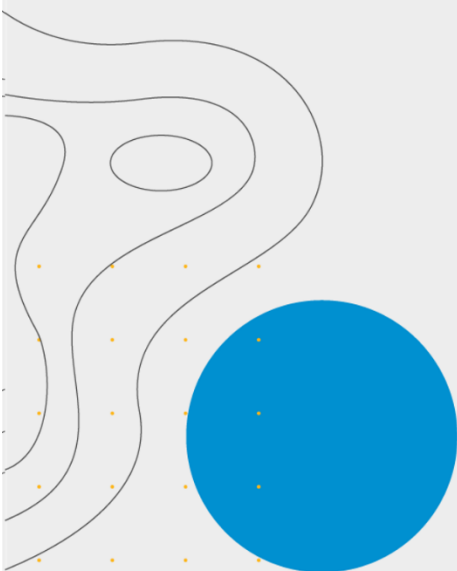


# Boletín agrometeorológico mensual

# JULIO 2023

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



### Editores:

Elida Carolina González Morinigo  
Lorena Judith Ferreira

### Redactores:


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


### Colaboradores:


Silvana Carina Bolzi  
Camila 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](mailto: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 . . . . .	3
1.2	Principales características por regiones . . . . .	5

## 2. Temperatura

2.1	Temperatura media 1ra década. . . . .	7
2.2	Temperatura media 2da década. . . . .	8
2.3	Temperatura media 3da década. . . . .	9
2.4	Heladas . . . . .	11
2.5	Grados día . . . . .	13
2.6	Mapas de temperatura. . . . .	18

## 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 . . . . .	18

## 4. Índices satelitales

4.1	Índice normalizado de vegetación . . . . .	19
4.2	Humedad del suelo . . . . .	20

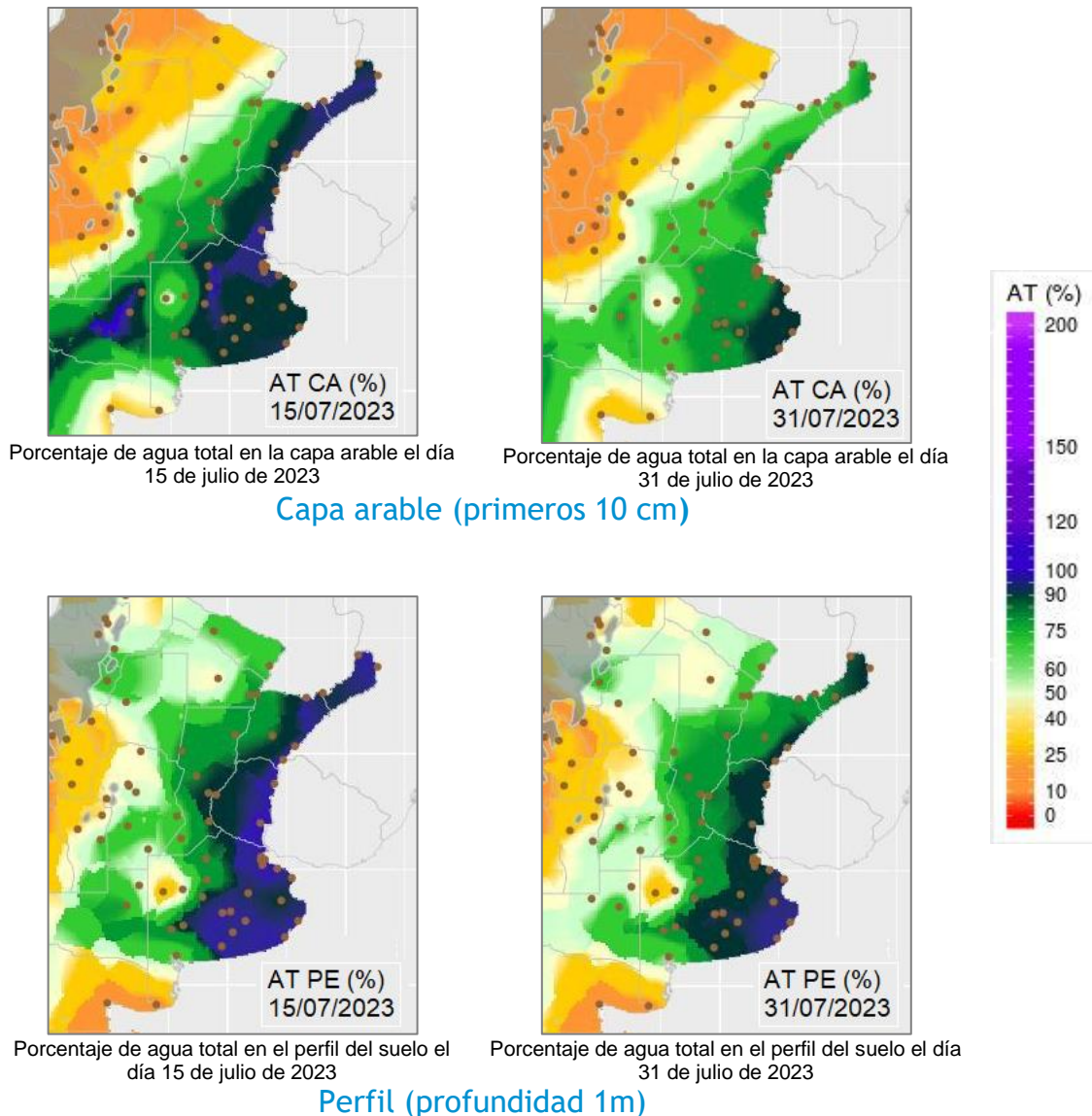
## 5. Pronóstico de rendimiento - ProRindes

5.1	Pronóstico de rendimientos para los cultivos de trigo y cebada. . . . . (fecha de inicio: 31/07/2023)	21
-----	--	----

	Definición y abreviaturas de parámetros empleados . . . . .	23
	Anexo: informe técnico sobre ProRindes . . . . .	25

## 1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE JULIO 2023.

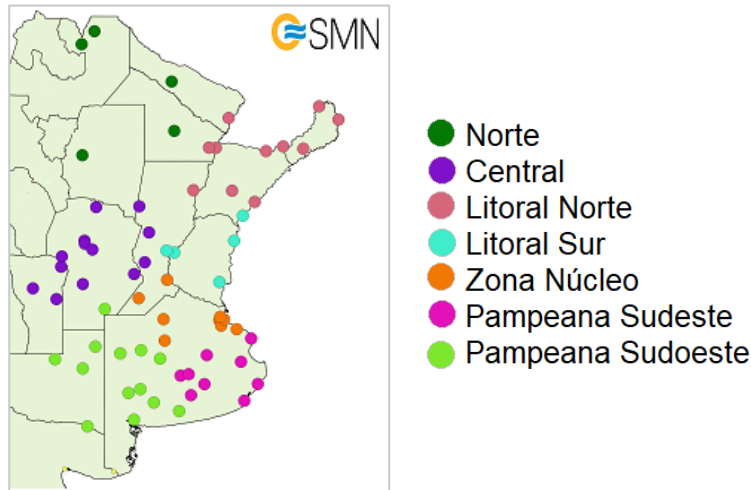
Finalizó la siembra de trigo en el norte de la región Pampeana bajo condiciones de escasez de humedad en el suelo. Avanzó la siembra de cebada y trigo en el sur de la zona de estudio. Los cultivos transitan las primeras etapas vegetativas. Prosigue la cosecha de maíz y sorgo en función a la pérdida de humedad de los granos.



Más información en: [https://www.smn.gov.ar/monitoreo\\_estados](https://www.smn.gov.ar/monitoreo_estados)

► Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua | Suelos

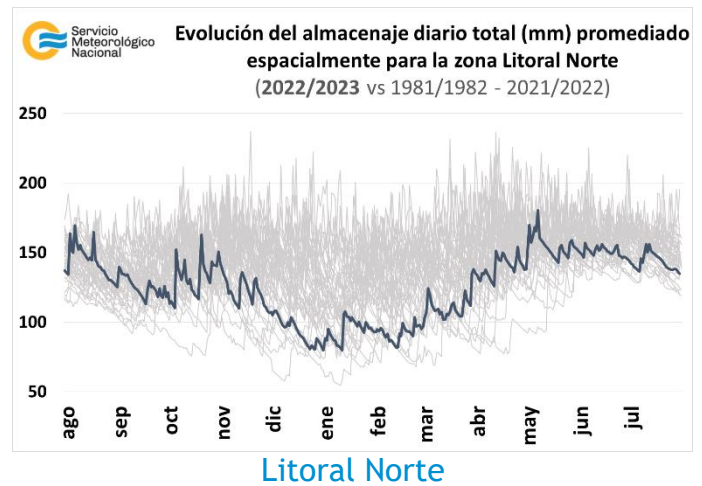
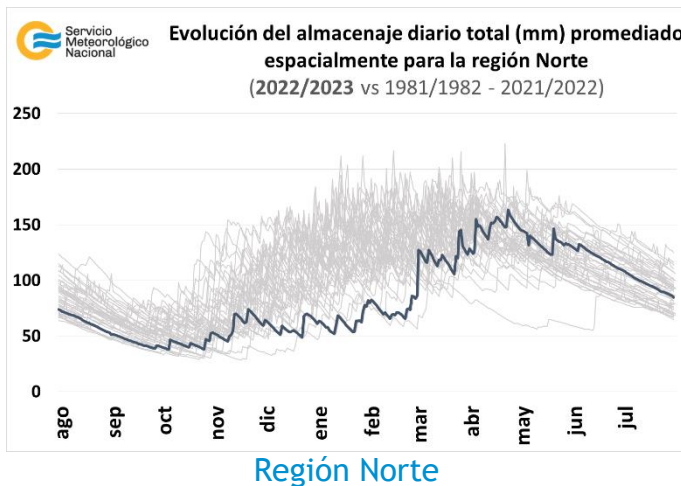
A continuación se presenta la evolución del almacenaje (BHOA) en el último año frente al periodo 1981-2021. Cada gráfico representa una zona del país, y los datos fueron obtenidos promediando los valores de las estaciones disponibles en la zona, según puede verse en el mapa:



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

En la región Norte el almacenaje de agua presenta una disminución, acorde a esta época del año.

En el norte del Litoral las mayores precipitaciones se registraron en la primera década, dando lugar a un incremento temporal en la humedad en el suelo. Las condiciones hídricas son buenas en el este de esta zona.

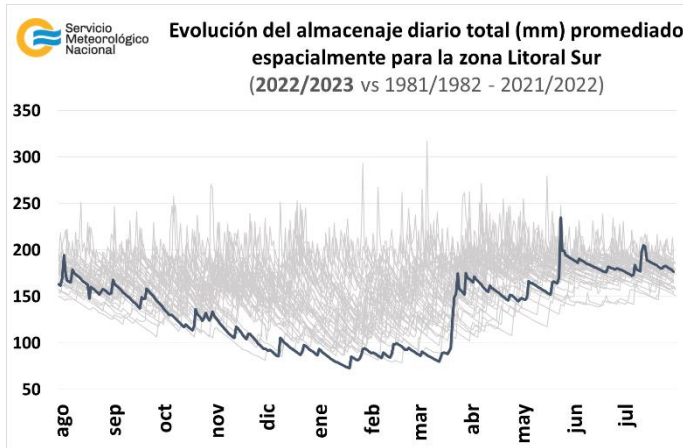


En el sur del Litoral, las precipitaciones más importantes ocurrieron en la segunda década de julio recargando los suelos, mejorando notablemente las condiciones hídricas.

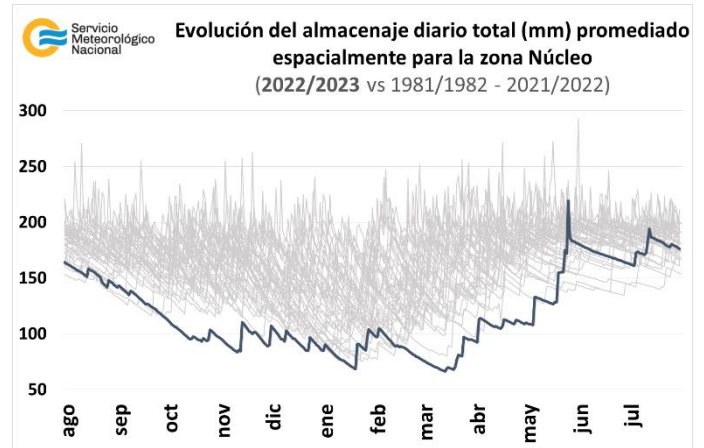
En la zona Núcleo han ocurrido precipitaciones pero los suelos aún necesitan más agua.

El sudeste de la región Pampeana recibió lluvias a lo largo del mes que fueron beneficiosas para recargar el perfil del suelo, que se encuentra con buena humedad. Por el contrario, en el sudoeste, han ocurrido precipitaciones pero insuficientes, el almacenaje de agua en el suelo es de los más bajos desde 1981.

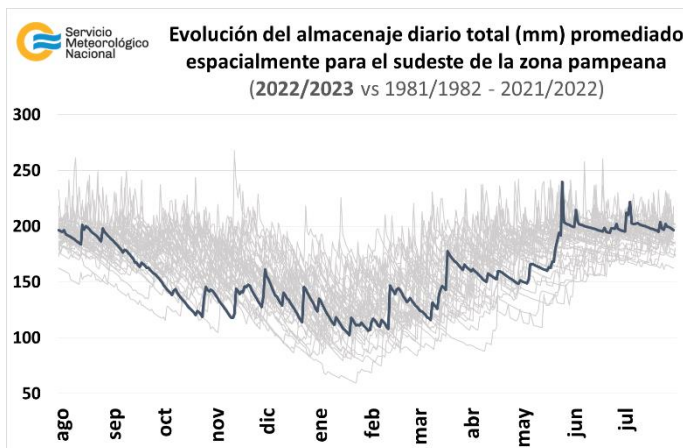
En la región Central se registraron algunas lluvias en la segunda década de julio, pero la humedad en el perfil del suelo continúa siendo limitada.



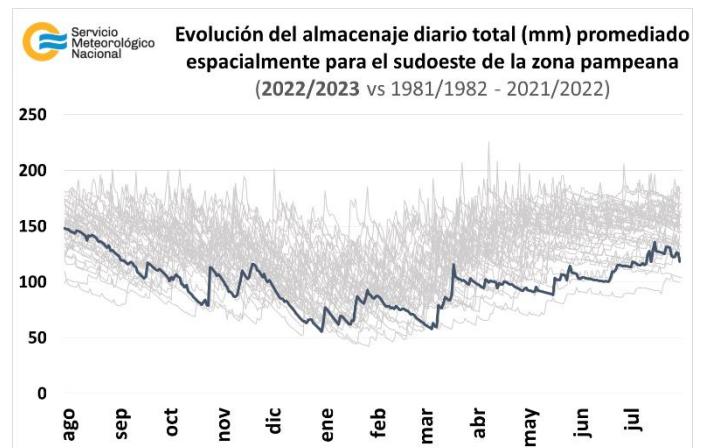
Litoral Sur



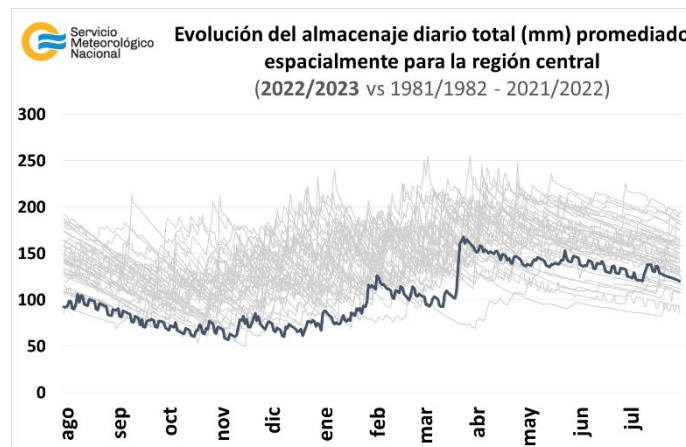
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste



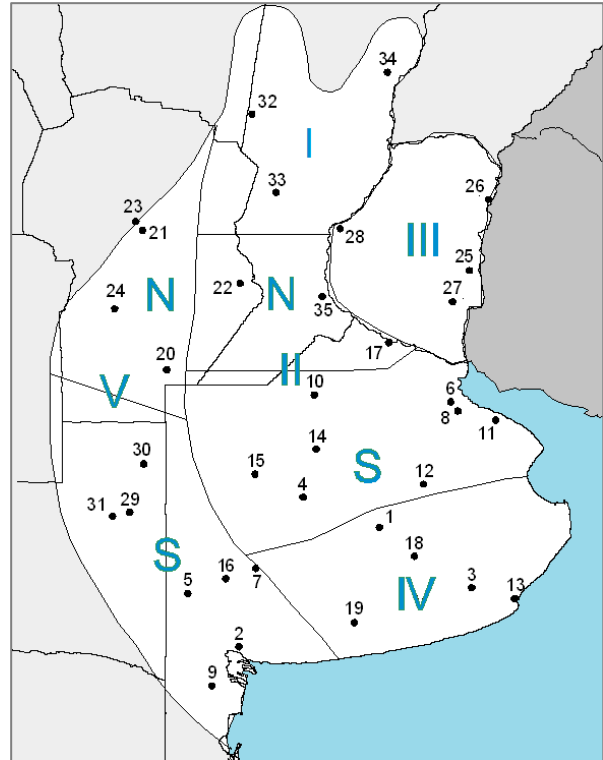
Región Central

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



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

**REGIÓN I:** finalizó la siembra de trigo, con escasez de humedad en la cama de siembra, por lo que el cultivo presenta condiciones regulares o malas. Avanza la cosecha de maíz, aunque algunos presentan valores de humedad de granos por encima del valor óptimo.

**REGIÓN II NORTE:** culminó la siembra de trigo y se procede a la aplicación de fertilizantes. Avanza la cosecha de maíz y sorgo, obteniéndose rendimientos variables según las zonas..

**REGIÓN II SUR:** prosigue la siembra de trigo. Los lotes más adelantados se hallan en estado de macollaje. Avanza la cosecha de sorgo, en función a la pérdida de humedad de los granos.

**REGIÓN III:** la cebada transita la etapa vegetativa. Los triguales se encuentran la etapa de macollaje, presentando una buena densidad inicial de plantas. Prosigue la cosecha de maíz a medida que los granos pierden humedad.

**REGIÓN IV:** la cebada transita las primeras etapas vegetativas, con una humedad de suelo adecuada. Continúa la siembra de trigo, a excepción de los lotes que presentan excesos hídricos. Avanza la cosecha de maíz y sorgo de forma intermitente debido a la falta de piso.

**REGIÓN V NORTE:** finalizó la siembra de trigo con humedad adecuada en los primeros centímetros del suelo. Continúa la cosecha de maíz y sorgo tardío en función a la pérdida de humedad de los granos.

**REGIÓN V SUR:** avanza la siembra de trigo y cebada con un buen porcentaje de humedad en la cama de siembra. El trigo se halla en estado de macollaje. Continúa la cosecha de maíz a medida que los granos pierden humedad.

## 2. INFORME DE TEMPERATURA

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de temperatura de las distintas décadas del mes de julio de 2023.

### 2.1 PRIMERA DÉCADA

#### DÉCADA 1 JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	14.1	16.5	4.0	5.5	-0.6	1.0	9.8	6.8	3.0
Bahia Blanca	Buenos Aires	16.3	23.2	2.0	4.1	-2.4	7.0	10.2	7.4	2.8
Bolívar	Buenos Aires	16.3	21.6	3.0	6.0	-0.1	6.0	11.2	7.1	4.1
Bordenave	Buenos Aires	14.3	19.7	2.0	5.3	-0.3	7.0	9.8	6.8	3.0
Castelar	Buenos Aires	18.7	25.0	4.0	10.8	6.4	1.0	14.7	10.0	4.7
Coronel Suarez	Buenos Aires	13.3	15.4	1.0	4.1	-1.1	7.0	8.7	5.5	3.2
Ezeiza	Buenos Aires	18.2	24.6	4.0	10.1	4.4	1.0	14.2	9.7	4.5
Junín	Buenos Aires	18.9	27.7	4.0	9.1	2.7	1.0	14.0	8.6	5.4
La Plata	Buenos Aires	17.0	22.1	4.0	9.1	4.1	7.0	13.1	9.0	4.1
Las Flores	Buenos Aires	16.8	23.0	4.0	6.7	0.4	7.0	11.7	7.8	3.9
Mar Del Plata	Buenos Aires	13.9	15.9	1.0	5.8	1.2	8.0	9.9	7.3	2.6
Nueve de Julio	Buenos Aires	17.6	23.6	4.0	8.2	3.6	1.0	12.9	8.3	4.6
Pehuajó	Buenos Aires	17.8	25.2	3.0	5.5	-1.0	7.0	11.7	7.7	4.0
Pigüé	Buenos Aires	13.0	15.9	4.0	4.7	-0.7	7.0	8.9	5.9	3.0
San Pedro	Buenos Aires	20.0	26.6	4.0	11.6	5.8	7.0	15.8	10.6	5.2
Tandil	Buenos Aires	13.6	15.5	4.0	4.0	-1.6	7.0	8.8	6.0	2.8
Tres Arroyos	Buenos Aires	14.2	19.4	3.0	5.2	-0.1	7.0	9.7	6.9	2.8
Laboulaye	Córdoba	19.2	25.9	2.0	8.3	1.5	1.0	13.8	8.2	5.6
Manfredi	Córdoba	21.3	32.0	4.0	10.7	-0.3	1.0	16.0	9.6	6.4
Marcos Juárez	Córdoba	20.7	30.0	4.0	11.1	1.4	1.0	15.9	9.3	6.6
Pilar	Córdoba	21.1	30.8	4.0	11.7	2.5	1.0	16.4	9.7	6.7
Río Cuarto	Córdoba	19.0	27.5	4.0	9.4	5.0	1.0	14.2	8.8	5.4
Concordia	Entre Ríos	21.4	25.3	5.0	14.1	11.8	1.0	17.7	12.1	5.6
Gualeduaychú	Entre Ríos	19.8	23.6	2.0	12.1	8.4	7.0	15.9	10.6	5.3
Paraná	Entre Ríos	21.2	25.5	5.0	14.1	11.2	7.0	17.7	11.4	6.3
Anguil	La Pampa	14.3	19.0	4.0	5.0	-2.8	7.0	SD	7.5	SD
General Pico	La Pampa	16.0	21.0	2.0	5.9	0.5	6.0	10.9	8.0	2.9
Santa Rosa	La Pampa	15.6	20.8	2.0	5.7	-1.0	7.0	10.7	7.3	3.4
Ceres	Santa Fe	23.3	30.2	4.0	15.8	12.5	1.0	19.6	11.7	7.9
Reconquista	Santa Fe	25.5	30.5	5.0	16.4	11.9	1.0	20.9	13.6	7.3
Rosario	Santa Fe	19.8	27.7	4.0	12.0	5.7	1.0	15.9	10.1	5.8



Durante los primeros días de julio sobre el centro y norte del país persistió una circulación de aire del sector norte, generando altas temperaturas para esta época del año.

Como consecuencia de la circulación proveniente del sector norte que dominó al comienzo de julio, las temperaturas han sido superiores a lo normal, tanto la máxima como la mínima, en el centro y norte del país, registrándose récords en esta variable (ver Tabla 1 y 2). Los mayores desvíos positivos se observan en las provincias del norte, con más de 5°C.

Tabla 1. Récords de temperatura mínima más alta (°C)

Localidad	Provincia	Temperatura (°C)	Fecha	Récord anterior
Sunchales Aero	Santa Fe	19.5	04/07/2023	17.8 05/07/2010
Merlo	Buenos Aires	17.0	04/07/2023	17.0 27/07/2022
Rafaela	Santa Fe	18.5	04/07/2023	17.3 21/07/2019

Tabla 2. Récords de temperatura máxima más alta (°C)

Localidad	Provincia	Temperatura (°C)	Fecha	Récord anterior
La Quiaca	Jujuy	22.0	07/07/2023	21.7 20/07/2020

## 2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas se mantuvieron por debajo de los valores normales para la época en casi todo el territorio nacional. Se registraron anomalías cálidas de temperatura mínima en la región del NOA y en algunas zonas de la región de Cuyo, mientras que en el resto del país predominaron los desvíos negativos. Se destacó la ocurrencia de 3 días con temperaturas extremadamente frías en la localidad de Perito Moreno habiéndose registrado los siguientes valores:

Tabla 3. Temperaturas máximas y mínimas (°C) observadas en Perito Moreno

Fecha	Temperatura máxima	Temperatura mínima
16/07/2023	-0.2	-13.6
17/07/2023	-3.2	-13.4
18/07/2023	-3.7	-12.2

## DÉCADA 2 JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	10.2	14.9	20.0	0.1	-6.4	18.0	5.1	6.7	-1.6
Bahía Blanca	Buenos Aires	11.6	18.0	20.0	-0.6	-6.3	18.0	5.5	7.5	-2.0
Bolívar	Buenos Aires	11.3	17.1	20.0	-0.1	-4.8	17.0	5.6	7.3	-1.7
Bordenave	Buenos Aires	10.1	16.6	20.0	0.2	-4.1	17.0	5.1	6.7	-1.6
Castelar	Buenos Aires	12.1	16.9	20.0	3.6	-2.5	18.0	7.8	10.2	-2.3
Coronel Suarez	Buenos Aires	9.8	15.0	20.0	-0.7	-4.2	18.0	4.6	5.8	-1.3
Ezeiza	Buenos Aires	11.9	16.6	20.0	3.7	-2.8	18.0	7.8	9.8	-2.0
Junín	Buenos Aires	12.0	18.2	20.0	2.1	-1.3	16.0	7.0	8.5	-1.5
La Plata	Buenos Aires	11.9	15.0	20.0	3.3	-2.5	18.0	7.6	9.2	-1.6
Las Flores	Buenos Aires	11.1	16.0	20.0	1.4	-4.6	18.0	6.2	8.1	-1.9
Mar Del Plata	Buenos Aires	10.8	15.6	20.0	2.3	-0.2	19.0	6.6	7.5	-1.0
Nueve de Julio	Buenos Aires	11.9	17.4	20.0	1.9	-2.4	17.0	6.9	8.4	-1.5
Pehuajó	Buenos Aires	11.9	18.2	20.0	1.7	-2.4	17.0	6.8	7.6	-0.8
Pigüé	Buenos Aires	9.0	15.0	20.0	-0.5	-4.6	17.0	4.3	6.0	-1.7
San Pedro	Buenos Aires	12.6	18.4	20.0	3.6	-1.7	18.0	8.1	10.5	-2.4
Tandil	Buenos Aires	9.7	14.1	20.0	-1.5	-7.2	18.0	4.1	6.2	-2.1
Tres Arroyos	Buenos Aires	10.0	15.1	20.0	1.1	-5.3	18.0	5.6	7.1	-1.5
Laboulaye	Córdoba	12.9	20.5	20.0	2.4	-1.5	18.0	7.6	8.0	-0.4
Manfredi	Córdoba	13.9	23.2	20.0	2.3	-2.4	16.0	8.1	8.6	-0.5
Marcos Juárez	Córdoba	13.7	21.3	20.0	1.8	-2.2	16.0	7.7	9.1	-1.4
Pilar	Córdoba	13.2	22.7	20.0	3.5	-2.0	15.0	8.4	9.5	-1.1
Río Cuarto	Córdoba	11.1	19.8	20.0	2.5	-0.8	14.0	6.8	8.8	-2.0
Concordia	Entre Ríos	13.8	16.6	20.0	6.1	1.6	18.0	10.0	12.1	-2.2
Gualeguaychú	Entre Ríos	12.4	17.2	20.0	4.3	-1.7	18.0	8.4	10.6	-2.2
Paraná	Entre Ríos	13.2	19.1	20.0	5.3	2.0	19.0	9.3	11.3	-2.0
Anguil	La Pampa	11.2	18.2	20.0	0.6	-6.9	17.0	5.9	7.4	-1.4
General Pico	La Pampa	11.7	19.4	20.0	1.7	-4.0	17.0	6.8	7.9	-1.2
Santa Rosa	La Pampa	10.9	17.5	20.0	1.3	-2.9	17.0	6.1	7.3	-1.2
Ceres	Santa Fe	15.7	21.0	20.0	4.7	-0.5	19.0	10.1	11.6	-1.5
Reconquista	Santa Fe	16.0	21.0	20.0	6.9	1.7	19.0	11.5	13.5	-2.1
Rosario	Santa Fe	13.0	19.1	20.0	3.6	-0.8	17.0	8.3	9.9	-1.6

### 2.3 TERCERA DÉCADA

Los mayores desvíos positivos de temperatura máxima (entre 3°C y 4°C) se registraron en el norte del Litoral, el centro del territorio, Cuyo y el noroeste patagónico; y las mayores diferencias negativas ocurrieron en el sur de Santa Cruz.

Las temperaturas mínimas mostraron el mismo patrón que las máximas, es decir, anomalías positivas en casi todo el territorio a excepción del sur de la Patagonia. Los mayores apartamientos positivos respecto de la media estuvieron en el NEA, el norte del Litoral, sur de Cuyo y el noroeste patagónico; y los desvíos negativos más pronunciados, en el sur de Santa Cruz.

A pesar de las temperaturas elevadas para la época del año en la región Pampeana, se registraron días con heladas en gran parte del área.

## DÉCADA 3 JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	13.7	18.5	31.0	4.6	0.3	25.0	9.1	7.1	2.0
Bahía Blanca	Buenos Aires	15.1	23.0	29.0	3.8	-0.5	25.0	9.5	7.8	1.7
Bolívar	Buenos Aires	15.7	22.9	31.0	4.0	-1.0	27.0	9.9	7.7	2.2
Bordenave	Buenos Aires	14.4	22.4	29.0	2.7	-2.5	27.0	8.6	7.4	1.2
Castelar	Buenos Aires	18.6	27.6	22.0	8.3	3.8	27.0	13.4	10.4	3.0
Coronel Suarez	Buenos Aires	14.0	22.8	30.0	2.7	-2.1	27.0	8.3	6.1	2.2
Ezeiza	Buenos Aires	18.4	28.6	22.0	7.8	3.4	27.0	13.1	10.1	3.0
Junín	Buenos Aires	18.3	24.1	31.0	5.6	1.0	27.0	11.9	8.9	3.0
La Plata	Buenos Aires	17.0	25.6	22.0	7.6	3.2	27.0	12.3	9.3	3.0
Las Flores	Buenos Aires	15.6	22.5	21.0	5.8	0.5	27.0	10.8	8.5	2.3
Mar Del Plata	Buenos Aires	14.3	20.7	21.0	5.4	-0.7	25.0	9.9	7.7	2.2
Nueve de Julio	Buenos Aires	16.7	23.6	31.0	6.0	1.9	28.0	11.4	8.7	2.7
Pehuajó	Buenos Aires	16.9	23.9	31.0	4.3	-1.5	28.0	10.6	8.1	2.5
Pigüé	Buenos Aires	13.4	20.8	30.0	3.8	-1.3	27.0	8.6	6.3	2.3
San Pedro	Buenos Aires	19.6	27.7	22.0	7.8	1.5	28.0	13.7	10.8	2.9
Tandil	Buenos Aires	14.0	18.5	31.0	3.4	-2.3	28.0	8.7	6.5	2.2
Tres Arroyos	Buenos Aires	14.3	19.7	30.0	4.7	0.9	25.0	9.5	7.4	2.1
Laboulaye	Córdoba	19.2	25.8	31.0	4.2	-0.4	27.0	11.7	8.2	3.5
Manfredi	Córdoba	21.6	28.5	31.0	3.9	-1.8	28.0	12.7	9.0	3.8
Marcos Juárez	Córdoba	20.7	28.0	31.0	5.8	0.8	28.0	13.3	9.3	4.0
Pilar	Córdoba	21.0	27.7	31.0	6.7	2.6	28.0	13.8	9.7	4.1
Río Cuarto	Córdoba	18.9	26.0	29.0	5.6	2.5	25.0	12.2	9.0	3.2
Concordia	Entre Ríos	20.2	27.6	22.0	10.4	4.0	27.0	15.3	12.2	3.1
Gualeduaychú	Entre Ríos	19.8	29.0	22.0	8.8	2.3	27.0	14.3	10.9	3.4
Paraná	Entre Ríos	19.9	29.3	22.0	9.5	4.4	27.0	14.7	11.4	3.3
Anguil	La Pampa	17.4	23.6	30.0	1.6	-2.9	28.0	9.5	7.7	1.8
General Pico	La Pampa	17.4	23.0	31.0	3.8	-2.5	28.0	10.6	8.2	2.4
Santa Rosa	La Pampa	16.2	22.8	29.0	3.8	0.5	28.0	10.0	7.6	2.4
Ceres	Santa Fe	22.9	32.0	22.0	9.4	2.0	27.0	16.2	11.7	4.5
Reconquista	Santa Fe	22.9	32.8	22.0	11.3	3.2	27.0	17.1	13.5	3.6
Rosario	Santa Fe	19.9	28.2	22.0	7.6	2.8	27.0	13.7	10.3	3.4

### 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 1981-2010  
DN: desvío del promedio

CAL: calificación  
MA: muy alta  
A: alta  
N: normal  
B: baja  
MB: muy baja

## 2.4 HELADAS

### PRIMERA HELADA Hasta el 15 de JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2023	FMPH	Primera helada 2023	FMPH	Primera helada 2023
Azul	Buenos Aires	01/04	25/03	14/04	29/04	01/04
Bahía Blanca	Buenos Aires	30/03	13/04	20/05	11/05	05/05
Balcarce	Buenos Aires	SD	04/05	SD	04/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	18/02	09/04	02/05	17/05	18/02
Bordenave	Buenos Aires	18/02	19/03	13/04	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	02/05	02/05	14/04	05/06	SD
Coronel Suarez	Buenos Aires	18/02	18/03	13/04	24/04	01/04
Ezeiza	Buenos Aires	03/05	06/05	12/06	08/06	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	13/04	SD	12/05	SD
Junín	Buenos Aires	18/02	25/04	28/05	21/05	18/02
La Plata	Buenos Aires	28/05	10/05	14/06	09/06	-
Las Flores	Buenos Aires	01/04	15/04	11/06	17/05	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	15/04	16/04	14/06	22/05	21/05
Nueve de Julio	Buenos Aires	28/05	10/05	28/05	06/06	X
Pehuajó	Buenos Aires	01/04	25/04	14/04	23/05	-
Pigüé	Buenos Aires	13/04	26/03	27/05	27/04	13/04
San Pedro	Buenos Aires	03/05	04/05	12/06	10/06	SD
Tandil	Buenos Aires	30/03	08/03	02/05	30/04	01/04
Tres Arroyos	Buenos Aires	20/05	20/04	28/05	21/05	-
Laboulaye	Córdoba	28/05	01/05	11/06	27/05	-
Manfredi	Córdoba	18/02	13/04	01/07	07/05	SD
Marcos Juárez	Córdoba	18/02	30/04	11/06	27/05	-
Pilar	Córdoba	12/06	07/05	12/06	03/06	12/06
Río Cuarto	Córdoba	11/06	10/05	12/06	05/06	X
C. del Uruguay	Entre Ríos	SD	18/05	SD	14/06	SD
Concordia	Entre Ríos	12/06	21/05	-	14/06	-
Gualeguaychú	Entre Ríos	29/05	14/05	12/06	11/06	X
Paraná	Entre Ríos	14/06	11/06	-	27/06	X
Anguil	La Pampa	18/02	29/03	02/05	25/04	SD
General Pico	La Pampa	13/04	23/04	28/05	17/05	-
Santa Rosa	La Pampa	01/05	14/04	20/05	11/05	-
Ceres	Santa Fe	12/06	22/05	14/06	17/06	X
Rafaela	Santa Fe	SD	08/05	SD	05/06	SD
Reconquista	Santa Fe	12/06	12/06	-	27/06	X
Rosario	Santa Fe	11/06	07/05	12/06	02/06	X

#### Referencias correspondientes a la tabla de fechas de primera helada

**Primera helada 2023:** fecha en que se registró por primera vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera primera helada o helada temprana a aquella registrada antes del 15 de julio.

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

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

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

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

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

## ÚLTIMA HELADA JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Última helada 2023	FMUH	Última helada 2023	FMUH	Última helada 2023
Azul	Buenos Aires	31/07	14/11	18/07	05/10	27/07
Bahia Blanca	Buenos Aires	28/07	03/11	27/07	29/09	-
Balcarce	Buenos Aires	SD	26/10	SD	14/09	SD
Bolívar	Buenos Aires	28/07	19/10	27/07	16/09	31/07
Bordenave	Buenos Aires	31/07	07/11	27/07	05/10	SD
Castelar	Buenos Aires	19/07	30/09	18/07	25/08	SD
Coronel Suarez	Buenos Aires	31/07	23/11	27/07	18/10	27/07
Ezeiza	Buenos Aires	18/07	26/09	18/07	30/08	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	08/11	SD	30/09	SD
Junín	Buenos Aires	28/07	02/10	16/07	09/09	28/07
La Plata	Buenos Aires	19/07	06/10	19/07	25/08	-
Las Flores	Buenos Aires	27/07	20/10	18/07	14/09	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	31/07	10/11	25/07	05/10	31/07
Nueve de Julio	Buenos Aires	28/07	21/09	17/07	28/08	X
Pehuajó	Buenos Aires	31/07	04/10	28/07	14/09	X
Pigüé	Buenos Aires	28/07	12/11	27/07	13/10	27/07
San Pedro	Buenos Aires	28/07	23/09	18/07	30/08	SD
Tandil	Buenos Aires	31/07	25/11	28/07	18/10	28/07
Tres Arroyos	Buenos Aires	31/07	26/10	18/07	25/09	X
Laboulaye	Córdoba	28/07	02/10	28/07	08/09	-
Manfredi	Córdoba	28/07	13/10	28/07	24/09	SD
Marcos Juárez	Córdoba	28/07	30/09	18/07	07/09	-
Pilar	Córdoba	28/07	17/09	15/07	29/08	28/07
Río Cuarto	Córdoba	25/07	20/09	-	30/08	X
C. del Uruguay	Entre Ríos	SD	29/09	SD	20/08	SD
Concordia	Entre Ríos	18/07	14/09	-	14/08	-
Gualeduaychú	Entre Ríos	28/07	21/09	18/07	22/08	X
Paraná	Entre Ríos	19/07	02/09	-	03/08	X
Anguil	La Pampa	31/07	31/10	28/07	03/10	SD
General Pico	La Pampa	28/07	11/10	28/07	12/09	X
Santa Rosa	La Pampa	28/07	18/10	17/07	20/09	-
Ceres	Santa Fe	27/07	14/09	19/07	23/08	-
Rafaela	Santa Fe	SD	19/09	SD	30/08	SD
Reconquista	Santa Fe	19/07	28/08	-	08/08	X
Rosario	Santa Fe	27/07	24/09	18/07	29/08	X

### Referencias correspondientes a la tabla de fechas de última helada

**Última helada 2023:** fecha en que se registró por última vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera última helada o helada tardía a aquella registrada después del 15 de julio.

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

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

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

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

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

## 2.5 GRADOS DÍA

### JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de mayo				Días con T <sub>mín</sub> <2°C
		BASE 5		BASE 10		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	104.1	424.4	17.9	119.6	13
Bahia Blanca	Buenos Aires	119.3	500.8	34.8	168.8	13
Bolívar	Buenos Aires	127.5	520.0	32.0	180.8	13
Bordenave	Buenos Aires	100.2	433.8	23.0	127.6	13
Castelar	Buenos Aires	219.5	743.4	89.7	336.6	4
Coronel Suarez	Buenos Aires	81.8	359.3	9.0	82.3	13
Ezeiza	Buenos Aires	210.8	720.9	82.4	319.1	4
Junín	Buenos Aires	187.2	657.1	69.3	277.4	8
La Plata	Buenos Aires	187.3	668.4	63.3	277.4	5
Las Flores	Buenos Aires	148.7	558.8	43.9	200.7	8
Mar Del Plata	Buenos Aires	117.9	491.7	22.7	141.9	7
Nueve de Julio	Buenos Aires	170.1	655.5	54.5	265.7	6
Pehuajó	Buenos Aires	147.9	568.8	44.5	207.3	11
Pigüé	Buenos Aires	86.8	389.6	14.8	103.4	11
San Pedro	Buenos Aires	234.9	802.6	102.3	383.8	5
Tandil	Buenos Aires	84.0	359.6	13.9	85.6	13
Tres Arroyos	Buenos Aires	107.0	474.3	19.1	142.0	9
Laboulaye	Córdoba	187.8	690.6	64.2	297.6	9
Manfredi	Córdoba	226.3	785.7	98.3	387.4	10
Marcos Juárez	Córdoba	227.5	777.5	99.9	376.9	9
Pilar	Córdoba	244.4	848.0	111.0	428.6	3
Río Cuarto	Córdoba	189.8	709.5	72.5	311.7	4
Concordia	Entre Ríos	289.8	977.8	143.2	533.0	1
Gualedguaychú	Entre Ríos	245.7	827.3	111.2	410.9	3
Paraná	Entre Ríos	275.8	929.0	133.6	487.7	0
Anguil	La Pampa	118.5	507.7	168.4	141.5	12
General Pico	La Pampa	141.7	597.7	34.5	218.8	9
Santa Rosa	La Pampa	126.4	539.3	30.1	184.8	10
Ceres	Santa Fe	319.8	1055.2	173.9	610.0	2
Reconquista	Santa Fe	357.0	1180.1	206.5	728.6	1
Rosario	Santa Fe	238.1	803.4	106.7	392.5	3

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

MES: grados día acumulados en el mes

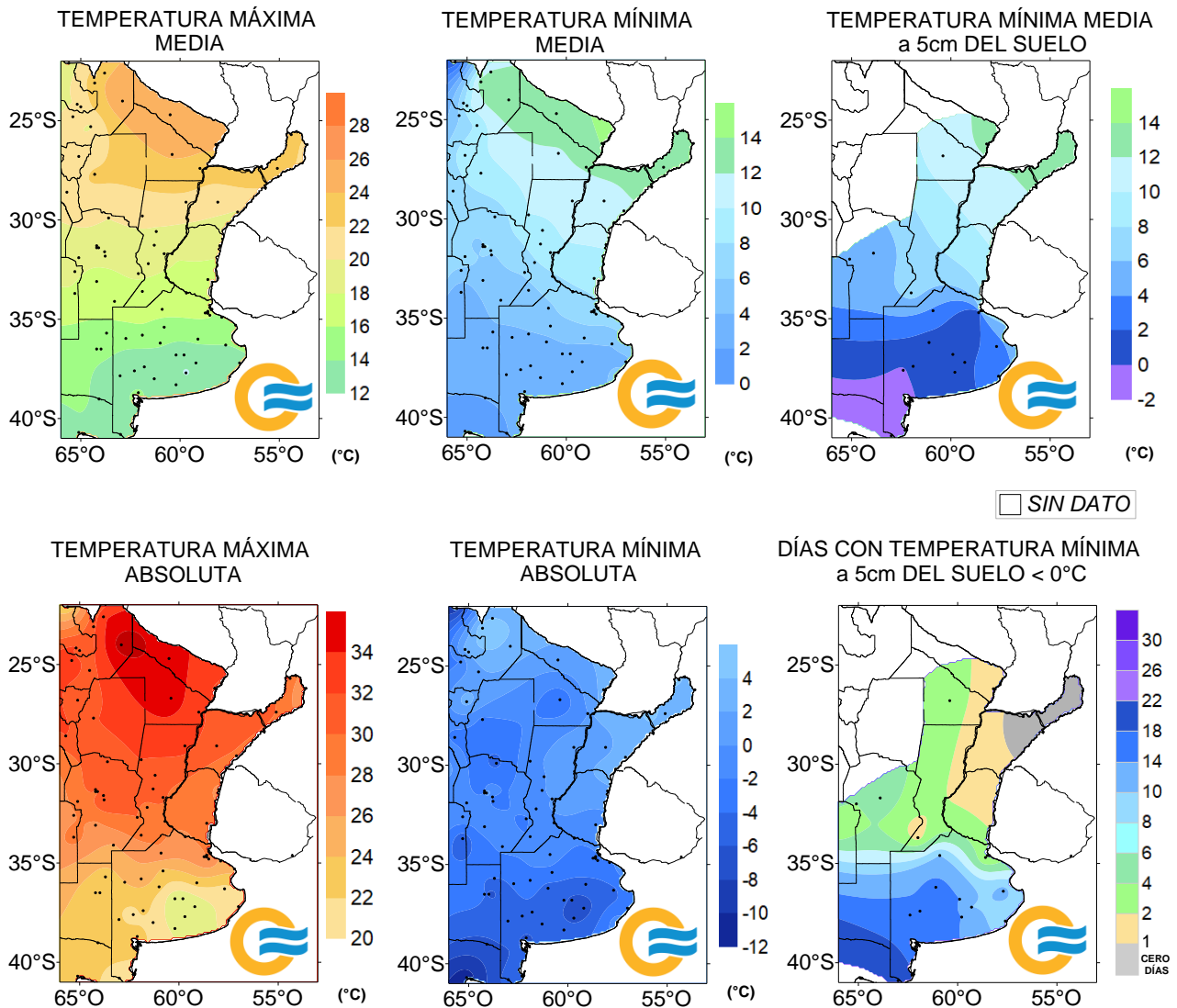
TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.



## 2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

**JULIO 2023**



## 3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de precipitación de las distintas décadas del mes de julio de 2023.

### 3.1 PRIMERA DÉCADA

En el sur del territorio el sucesivo pasaje de sistemas frontales produjeron lluvias en el sur de Buenos Aires y en Patagonia y nevadas en esta última región. Las precipitaciones más altas registradas en estos días fueron: 55 mm en Mar del Plata (02/07/23), 58 mm en Bariloche (03/07/23), 49 mm en El Bolsón (03/07/23) y 39 mm en Punta Indio (04/07/23). A mediados del período los frentes fríos comenzaron a avanzar hasta el noreste del país, produciendo precipitaciones en el Litoral, algunos registros del día 07/07/23 fueron: 42 mm en Ituzaingó, 35 mm en Concordia y 34 mm en Paso de los Libres.

En los últimos días de la década, el pasaje de un frente frío por Buenos Aires y un frente estacionario ubicado en el noreste ocasionaron algunas lluvias en esas zonas y en el centro del país.

## DÉCADA 1 JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	56.4	44.9	3	26.0	2
Bahia Blanca	Buenos Aires	2.0	-5.4	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	25.0	16.6	4	13.0	2
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-6.1	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	3.4	-12.2	1	2.8	5
Coronel Suarez	Buenos Aires	53.0	45.3	3	24.0	2
Ezeiza	Buenos Aires	34.6	16.4	2	31.0	4
Junín	Buenos Aires	10.0	0.6	1	9.0	10
La Plata	Buenos Aires	30.8	6.0	1	30.0	4
Las Flores	Buenos Aires	17.1	4.1	2	12.0	4
Mar Del Plata	Buenos Aires	124.2	111.3	4	55.0	2
Nueve de Julio	Buenos Aires	17.1	8.3	1	17.0	4
Pehuajó	Buenos Aires	1.0	-4.0	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	3.0	-4.5	1	2.0	7
San Pedro	Buenos Aires	8.9	-2.2	2	4.8	5
Tandil	Buenos Aires	42.0	32.8	5	19.0	2
Tres Arroyos	Buenos Aires	50.7	39.6	4	23.0	2
Laboulaye	Córdoba	21.0	16.3	4	13.0	10
Manfredi	Córdoba	8.6	5.2	2	5.3	10
Marcos Juárez	Córdoba	16.4	12.8	1	16.0	9
Pilar	Córdoba	9.0	6.2	2	6.0	10
Río Cuarto	Córdoba	8.1	3.5	1	8.0	10
Concordia	Entre Ríos	41.0	20.5	2	35.0	7
Gualedaychú	Entre Ríos	3.0	-18.0	1	2.0	6
Paraná	Entre Ríos	2.0	-6.4	1	2.0	7
Anguil	La Pampa	0.8	-3.6	0	-	-
General Pico	La Pampa	4.0	-1.7	2	2.0	7
Santa Rosa	La Pampa	7.0	2.7	1	7.0	3
Ceres	Santa Fe	3.0	0.2	1	3.0	7
Reconquista	Santa Fe	3.9	-6.7	1	3.0	7
Rosario	Santa Fe	12.8	4.8	1	11.0	5

La mayor precipitación acumulada en la primera década de julio se localiza en el noroeste de la Patagonia, centro y sur de Buenos Aires, este del Litoral y centro de Córdoba, además en todas estas zonas fueron superiores a los valores climatológicos.

Estas precipitaciones han recargado con humedad lo suelos, principalmente en el este del país, aunque hay zonas donde persiste el déficit, teniendo en cuenta que esta no es una época donde suelen registrarse precipitaciones importantes.

### 3.2 SEGUNDA DÉCADA

## DÉCADA 2 JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.5	-11.1	0	-	-
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.0	-12.5	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	23.0	12.3	2	19.0	11
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-6.6	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	22.2	3.2	2	13.6	12
Coronel Suárez	Buenos Aires	1.0	-9.4	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	19.0	1.0	2	11.0	11
Junín	Buenos Aires	38.0	30.1	2	20.0	12
La Plata	Buenos Aires	15.0	-11.2	2	8.0	11
Las Flores	Buenos Aires	0.2	-14.8	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	4.8	-16.9	1	3.0	17
Nueve de Julio	Buenos Aires	30.0	19.2	2	21.0	11
Pehuajó	Buenos Aires	11.0	4.0	2	8.0	11
Pigüé	Buenos Aires	0.8	-12.1	0	-	-
San Pedro	Buenos Aires	51.9	41.1	2	37.8	12
Tandil	Buenos Aires	0.0	-12.6	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.5	-16.8	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	13.0	8.3	2	10.0	11
Manfredi	Córdoba	4.0	2.9	1	4.0	11
Marcos Juárez	Córdoba	12.0	8.3	2	6.0	11
Pilar	Córdoba	3.0	1.5	1	3.0	11
Río Cuarto	Córdoba	6.0	3.5	1	5.0	11
Concordia	Entre Ríos	34.2	17.0	1	34.0	12
Gualeguaychú	Entre Ríos	128.0	111.0	3	90.0	11
Paraná	Entre Ríos	19.0	8.0	1	19.0	12
Anguil	La Pampa	0.0	-6.3	0	-	-
General Pico	La Pampa	29.0	24.3	2	20.0	11
Santa Rosa	La Pampa	24.0	15.8	2	15.0	11
Ceres	Santa Fe	10.0	6.1	1	10.0	11
Reconquista	Santa Fe	3.3	-4.3	1	3.0	11
Rosario	Santa Fe	10.0	4.1	1	9.0	12

El pasaje de un frente frío por el sur de la región central y sur del Litoral dejó los principales acumulados de precipitación a comienzo del período analizado. Asimismo, la región del Noreste Argentino se vio afectado por un frente estacionario con lluvias de variada intensidad asociadas. Los mayores acumulados de precipitación se registraron en Gualeguaychú (128 mm); Concordia (38 mm); Junín (38 mm); General Pico (29 mm); Santa Rosa (24 mm); Venado Tuerto (21 mm); Ituzaingó (49 mm); Posadas (27 mm); Bernardo de Irigoyen (24.8 mm) e Iguazú (20.2 mm). Un sistema de baja presión posicionado sobre la costa chilena favoreció a la ocurrencia de lluvias y nevadas sobre la cordillera de Neuquén y Río Negro a principio de la década. Se acumularon 5 cm de nieve en Bariloche y 4 cm en Chapelco. Hacia el final del período analizado se registró el pasaje de un frente frío por la región patagónica dejando lluvias en El Bolsón (77 mm), Bariloche (63.1 mm) y Chapelco (52.6 mm).

Se produjo un aumento de la humedad almacenada en el suelo en el sur del Litoral, norte de Buenos Aires y norte de La Pampa. Debido a la gran cantidad de agua acumulada en Entre Ríos a lo largo de esta segunda década, el balance presentó excesos leves a moderados principalmente en Gualeguaychú y zona aledañas. En el oeste de la región central y norte del país persisten las condiciones de sequía, según el modelo analizado.

### 3.3 TERCERA DÉCADA

Las precipitaciones estuvieron por debajo de lo normal en el NEA, la Mesopotamia, el centro y sur de Santa Fe, este de La Pampa, Buenos Aires y este de Río Negro; y por encima de la media en el centro-oeste de la Patagonia y este de Santa Cruz.

Debido a los escasos acumulados pluviométricos y las elevadas temperaturas en el norte y centro del país, la ETP superó a la precipitación en dicha región. Las condiciones hídricas de los suelos en la zona de secano son dispares, y van de sequía a leve exceso, según el índice analizado.

## DÉCADA 3 JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	7.1	-10.6	2	5.0	22
Bahía Blanca	Buenos Aires	5.4	-7.1	1	5.0	27
Bolívar	Buenos Aires	0.0	-16.2	0	-	-
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-8.7	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	3.0	-17.3	1	3.0	25
Coronel Suárez	Buenos Aires	0.0	-11.2	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	2.0	-18.7	1	2.0	25
Junín	Buenos Aires	0.2	-12.2	0	-	-
La Plata	Buenos Aires	7.9	-19.8	1	7.0	25
Las Flores	Buenos Aires	7.1	-14.8	1	6.0	25
Mar Del Plata	Buenos Aires	34.9	11.7	2	32.0	22
Nueve de Julio	Buenos Aires	0.0	-18.1	0	-	-
Pehuajó	Buenos Aires	0.0	-11.8	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	0.0	-11.0	0	-	-
San Pedro	Buenos Aires	2.5	-7.1	1	2.5	25
Tandil	Buenos Aires	11.7	-7.6	1	11.0	22
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.2	-14.1	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	0.0	-4.1	0	-	-
Manfredi	Córdoba	0.0	-3.2	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-5.2	0	-	-
Pilar	Córdoba	0.0	-1.8	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-1.9	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	14.6	-3.0	1	13.0	24
Gualeduaychú	Entre Ríos	1.0	-17.5	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	0.2	-11.0	0	-	-
Anguil	La Pampa	0.3	-6.2	0	-	-
General Pico	La Pampa	0.0	-6.9	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.8	-5.5	0	-	-
Ceres	Santa Fe	0.0	-1.7	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	4.0	-1.9	1	4.0	23
Rosario	Santa Fe	0.0	-9.1	0	-	-

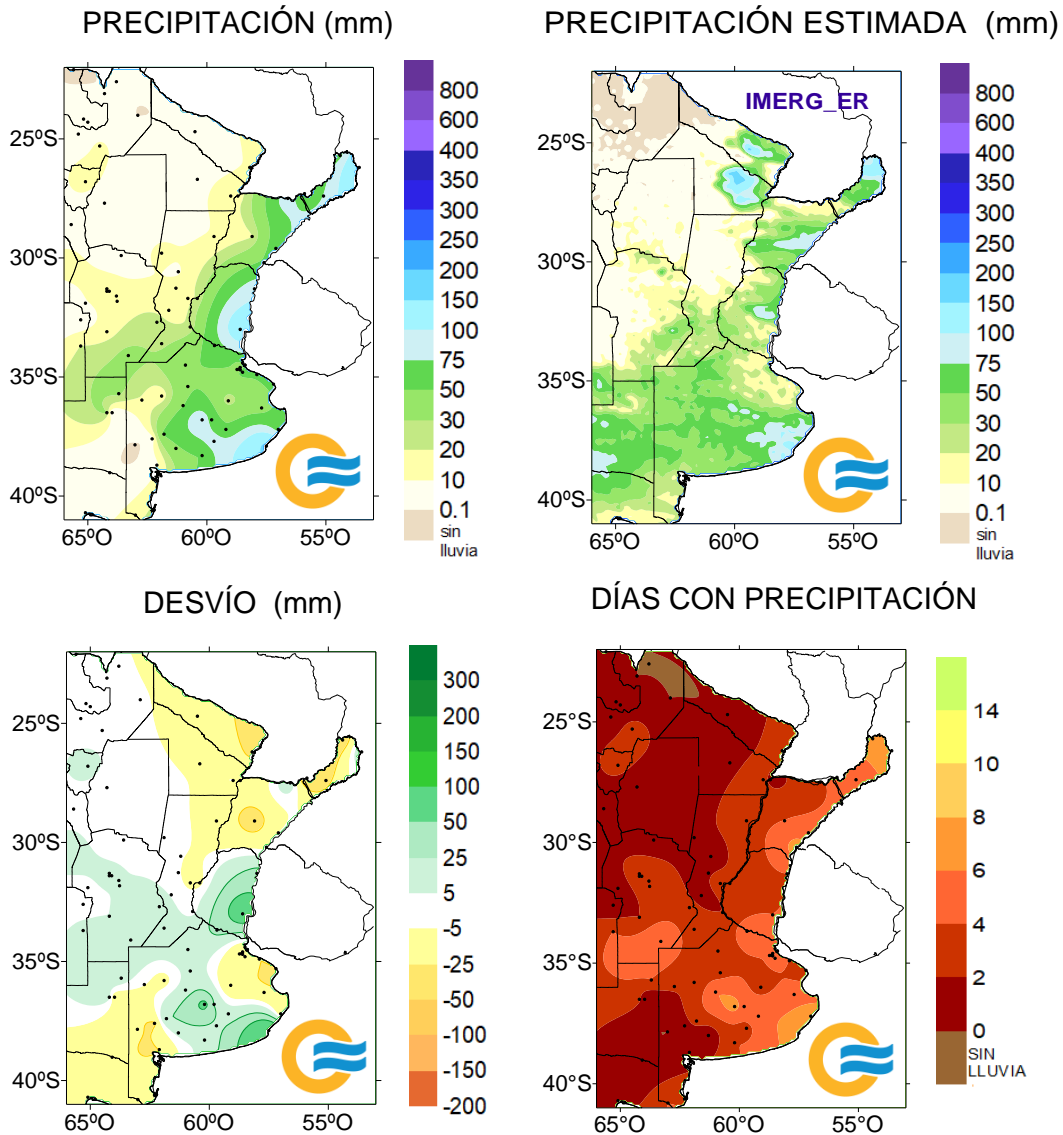
Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

PD: precipitación (mm) total de la década  
 DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1981-2010  
 DLLu: días con precipitación > 1 mm  
 MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas  
 DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria  
 DN: desvío del promedio

CAL: calificación  
 MA: muy alta  
 A: alta  
 N: normal  
 B: baja  
 MB: muy baja

### 3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

#### JULIO 2023



### 4. ÍNDICES SATELITALES

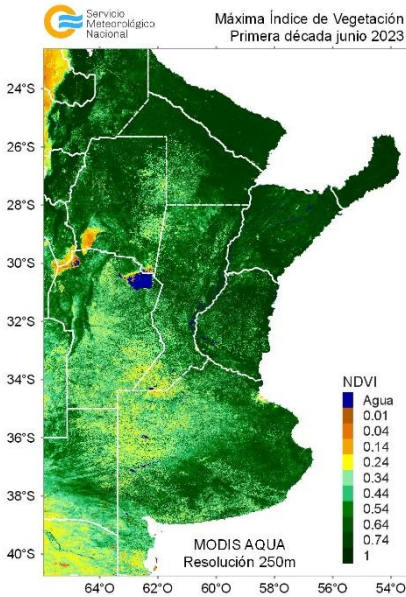
#### 4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de junio y julio de 2023. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se observa una disminución de la actividad fotosintética debido al progreso de la cosecha de los cultivos de verano y a la siembra de los cultivos de invierno.

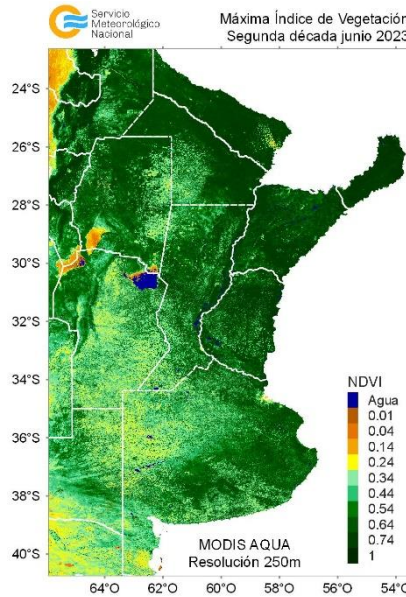


**JUNIO 2023**

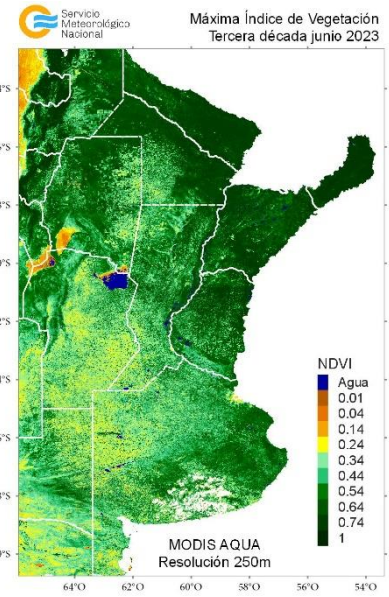
**DÉCADA 1**



**DÉCADA 2**

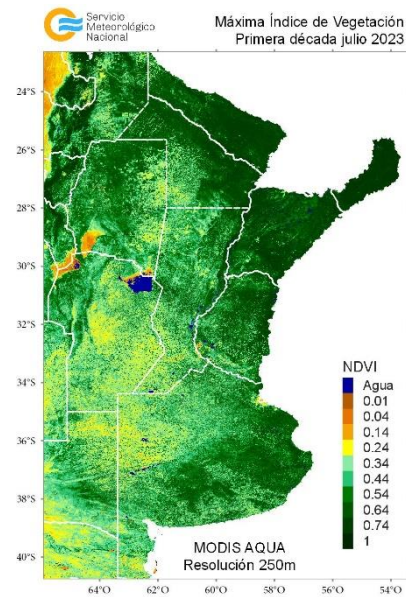


**DÉCADA 3**

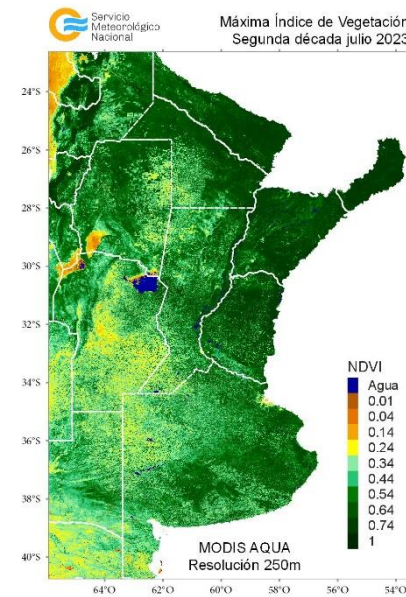


**JULIO 2023**

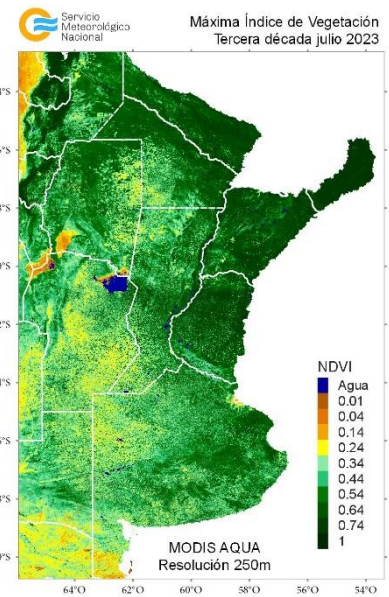
**DÉCADA 1**



**DÉCADA 2**



**DÉCADA 3**



**4.2. HUMEDAD DEL SUELO**

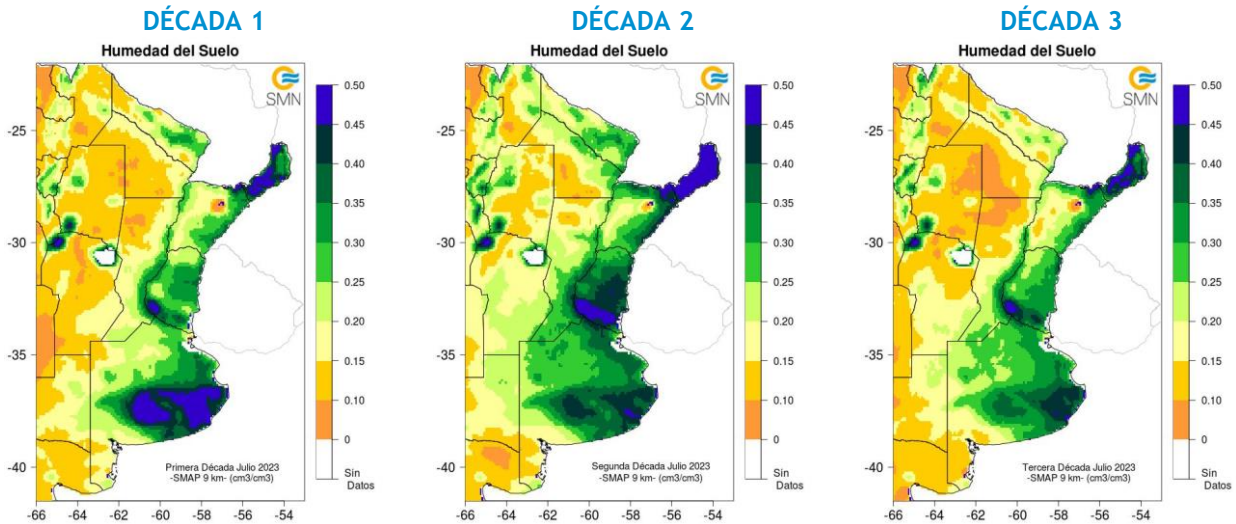
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

Los valores de la estimación son una representación de la humedad volumétrica del suelo (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>), 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).

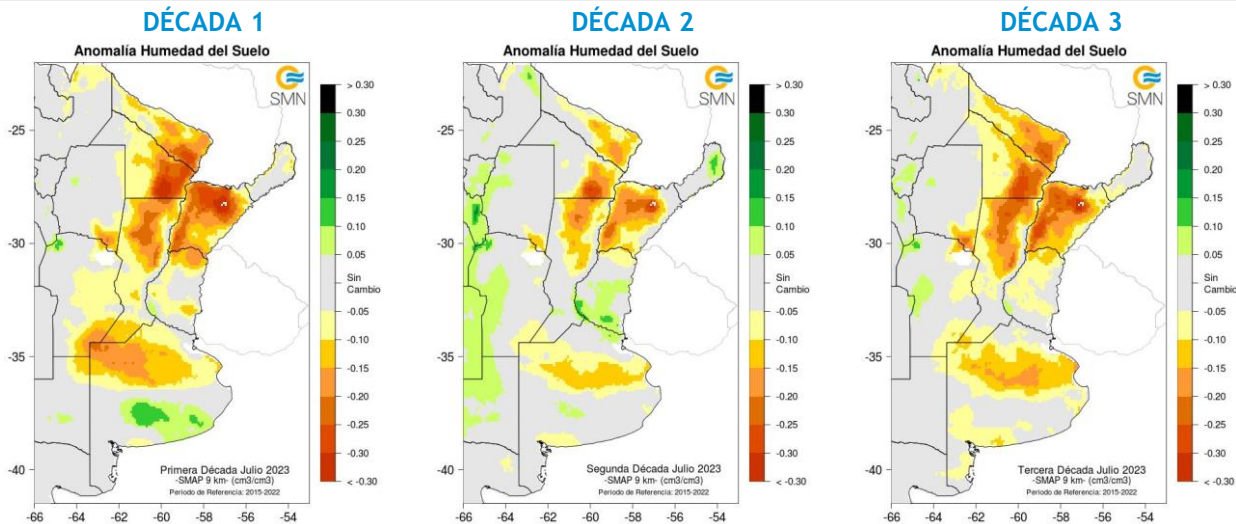
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2023 respecto al periodo 2015-2022, para cada década.

El mayor contenido de agua en el suelo se concentra en el este de la zona de cultivos de secano, de todas formas esta humedad es inferior al promedio 2015-2022.

## JULIO 2023 HUMEDAD DEL SUELO



## ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO

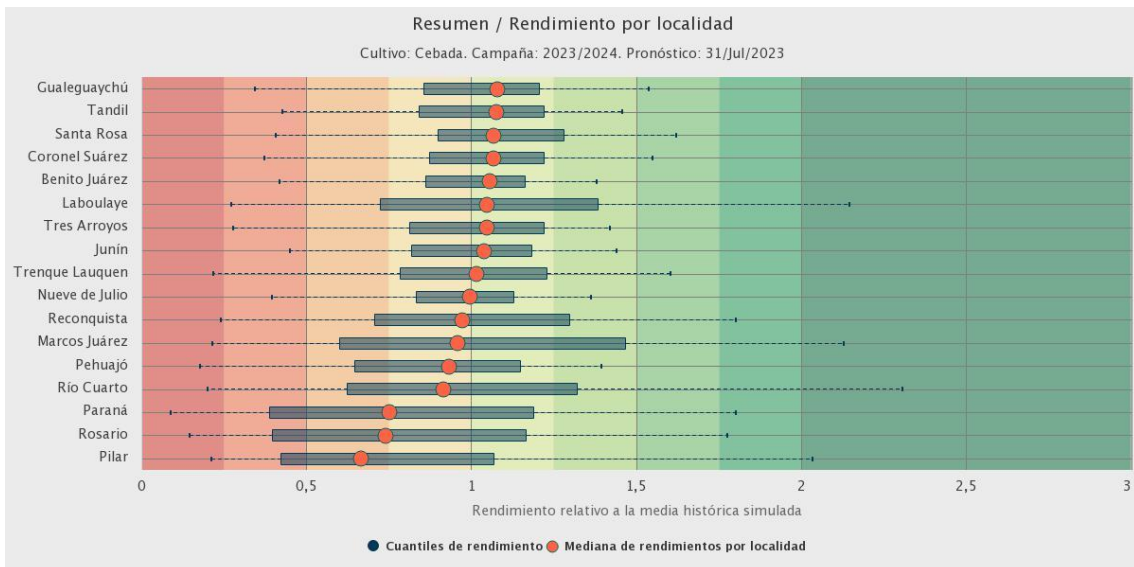
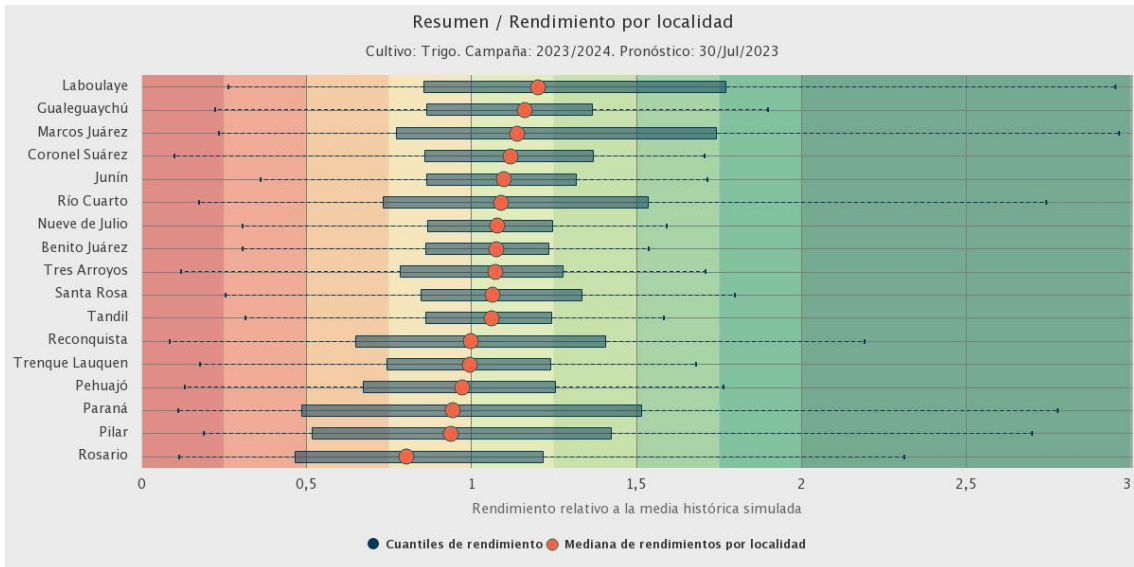


## 5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

ProRindes es una herramienta para estimar el rendimiento de soja, maíz, trigo y cebada en varias localidades de la región Pampeana y a lo largo de toda una campaña agrícola. En este momento del año se simula el rendimiento de trigo y cebada. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 31/07/2023 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gov.ar/>).



En las figuras a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para el trigo y la cebada en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Para ambos cultivos simulados se observan las mejores perspectivas de rinde en las localidades ubicadas en las regiones IV y II sur, debido al aporte pluviométrico registrado en estas zonas.



## DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

### TEMPERATURA

Máxima media (Máxima MED): promedio de las temperaturas máximas diarias en el período considerado (década o mes).

Máxima absoluta (Máxima ABS): temperatura máxima más alta registrada en el período considerado (década o mes).

Día: día de ocurrencia de la temperatura máxima o mínima absoluta, en el mes considerado.

Mínima media (Mínima MED): promedio de las temperaturas mínimas en el período considerado (década o mes).

Mínima absoluta (Mínima ABS): temperatura mínima más baja registrada en el período considerado (década o mes).

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

Calificación	Probabilidad de que la temperatura sea inferior al límite del quintil
Muy Baja	Quintil 1=Hasta el 20%
Baja (B)	Quintil 2=Del 20.1% al 40%
Normal (N)	Quintil 3=Del 40.1% al 60%
Alta (A)	Quintil 4=Del 60.1% al 80%
Muy Alta (MA)	Quintil 5=Del 80.1% al 100%

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

Desvío (DN): diferencia en grados y décimas de grados entre el valor de la temperatura media actual y el valor medio de la distribución (derivado del análisis de valores históricos), para el lapso considerado (década o mes).

Calificación (CAL): surge de ubicar el valor actual de temperatura media (década o mes) en alguno de los rangos probabilísticos de ocurrencia derivados del análisis de valores históricos (distribución empírica).

### 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 (PM-PD): cantidad total de precipitaciones ocurridas en el período considerado (década o mes).

Desvío del promedio (DN): diferencia (en milímetros) entre el valor de la precipitación registrada en la década o mes (según el lapso considerado) y el valor medio de la distribución (derivado del análisis de valores históricos), para el lapso considerado (década o mes).

Máxima (MAX): precipitación máxima acumulada en 24 Hs en el período considerado (década o mes).

**Calificación (CAL):** surge de ubicar el valor total ocurrido en la década o mes, en alguno de los rangos probabilísticos de ocurrencia derivados del análisis de valores históricos (distribución empírica).

**Precipitación acumulada (Acum):** suma de las precipitaciones ocurridas a lo largo del año en curso (incluye el mes del presente boletín) en mm.

Calificación	Probabilidad de que la precipitación acumulada sea inferior al límite del quintil correspondiente
Muy Baja (MB)	Quintil 1=Hasta el 20%
Baja (B)	Quintil 2=Del 20.1% al 40%
Normal (N)	Quintil 3=Del 40.1% al 60%
Alta (A)	Quintil 4=Del 60.1% al 80%
Muy Alta (MA)	Quintil 5=Del 80.1% al 100%

### 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.

Más información:

<http://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/gpm>

**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 Terra con una resolución espacial de 250 metros.

### HUMEDAD DEL SUELO

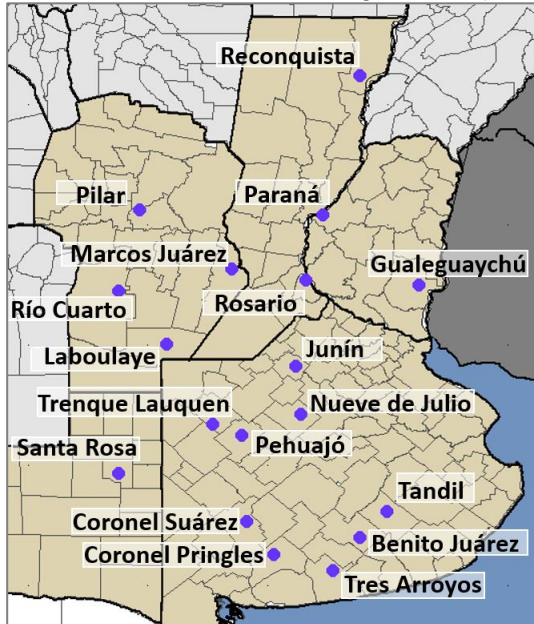
La información satelital con la que realiza este producto proviene del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de 5 cm, a partir de un radiómetro de microondas en banda L (1.41 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 (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>), 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 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/>

## BoxPlot

Los valores presentados en el gráfico 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 Marcora<sup>1</sup>, Ferreira Lorena<sup>1</sup>, Olga Penalba<sup>2</sup>, Federico Stainoh<sup>2,3</sup>, Vanesa Pántano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección de Servicios Sectoriales. Dirección Nacional de Pronóstico y Servicios para la Sociedad. Servicio Meteorológico Nacional. <sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. FCEyN-UBA. CONICET.

<sup>3</sup> 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.

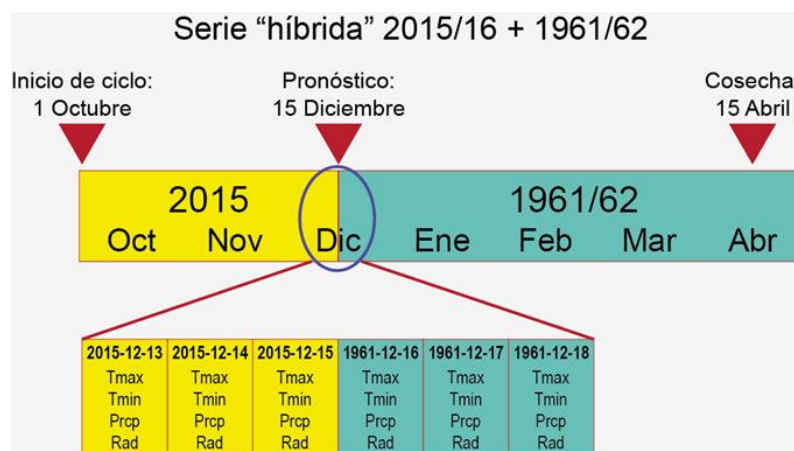
Con respecto al **módulo de suelo**, ProRindeS tiene incorporado 2-3 suelos más comunes, de modo que los usuarios puedan seleccionar el suelo más semejante a sus propias condiciones. Para cada suelo en cada situación se define, el contenido inicial de Nitrógeno y de agua. El contenido inicial de agua 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/>)

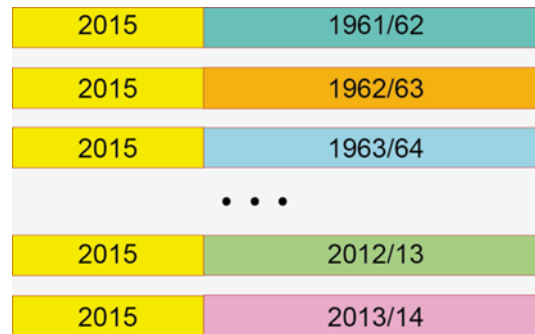
El modelo de simulación de cultivos que usa ProRindeS necesita como insumo series diarias de las 4 variables climáticas antes mencionadas. Las series deben cubrir desde el comienzo de las simulaciones (antes de la siembra) hasta el fin de ciclo o cosecha de cada cultivo. Para lograr esto, se construyen 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.

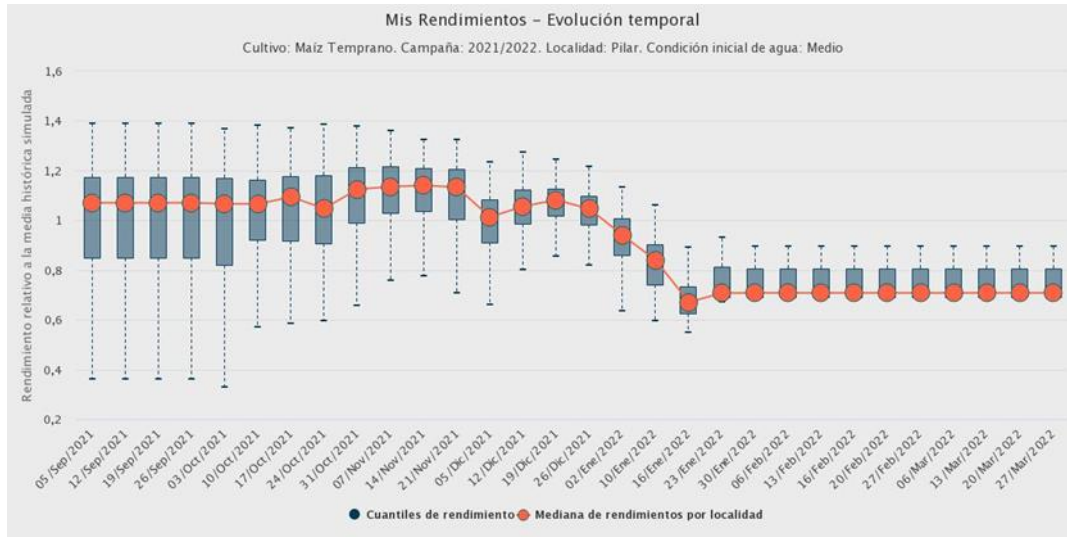
El uso de múltiples series climáticas como entrada para ProRindeS nos permite caracterizar la incertidumbre en los rendimientos que resulta del espectro de condiciones climáticas que pueden ocurrir a partir de la fecha de pronóstico. Típicamente, la variabilidad de los valores pronosticados disminuye 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 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 almacenaje de agua en el suelo (Penalba *et al.*, 2019).

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

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

### 2.2 Materiales y Métodos

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

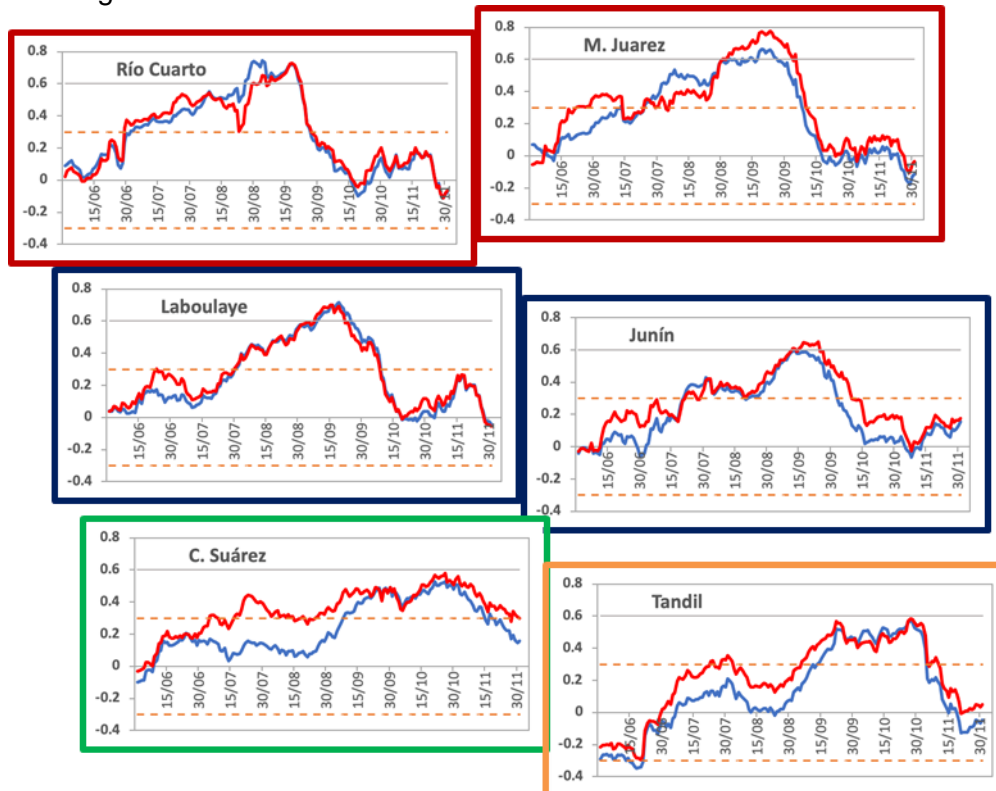
- a. Datos diarios observados de precipitación;
- b. Rendimientos de trigo simulados por el modelo DSSAT (modelo de simulación agronómica, calibrado localmente: Rocha, 2015), asociados al genotipo más representativo de la localidad, suelo, manejo del cultivo (ciclo largo) y contenido de agua inicial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

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

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

### 2.3. Resultados y Discusión

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

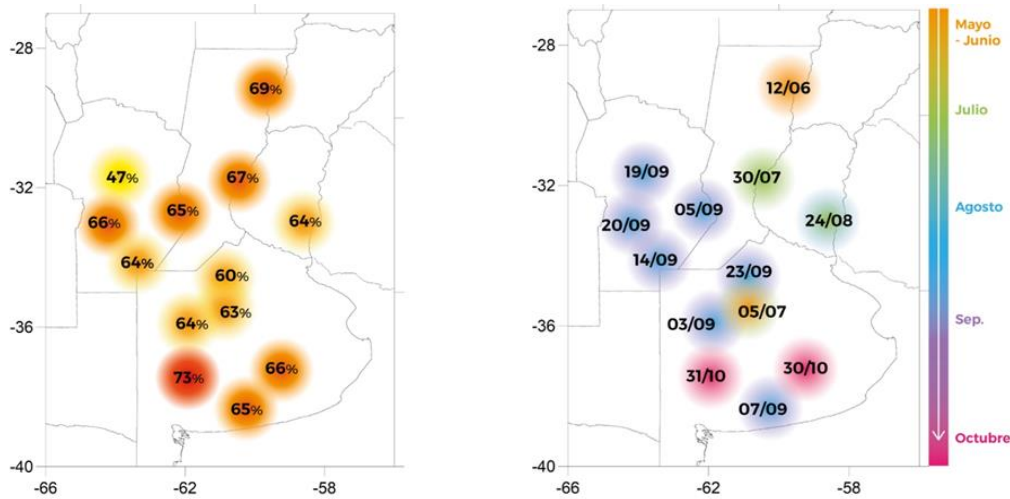


**Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.**

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

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





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

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

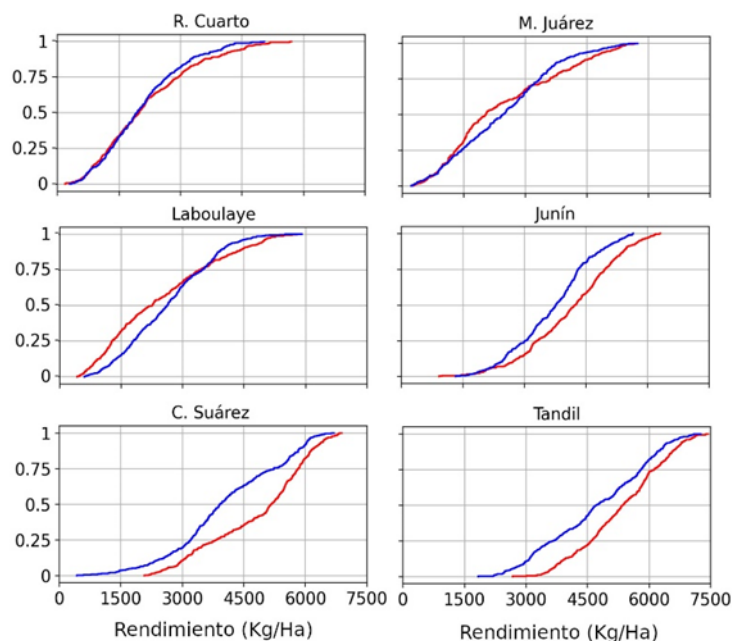
Finalmente, se analizó la señal de los eventos ENOS en estos períodos de escasas precipitaciones asociados a bajos rendimientos y en la distribución total de los rendimientos. En la Figura 7 se presentan las probabilidades de bajos rendimientos discriminados por eventos ENOS. Las mayores diferencias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

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



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

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



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

## 2.4. Conclusiones

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

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

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

## 2.5. Agradecimientos

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

## Bibliografía

- Abbate P. E.; Cardós M. J.; Campaña L. E. 2017. *El trigo, su difusión, impotancia 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](http://www.smn.gob.ar)



1983/2023 - 40 años de democracia