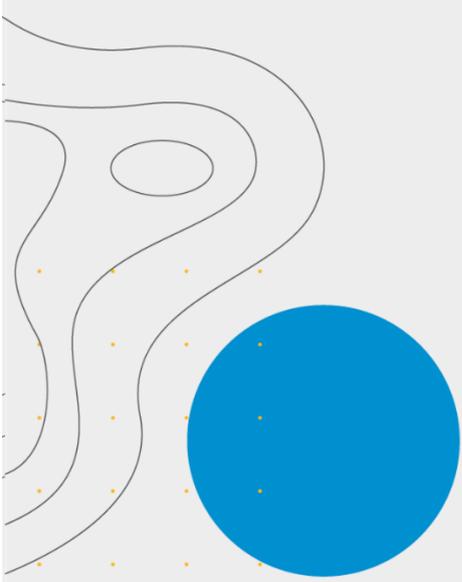


# Boletín agrometeorológico mensual

# FEBRERO 2023

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



### Editores:

Elida Carolina González Morinigo  
Lorena Judith Ferreira

### Redactores:

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

### Colaboradores:

Silvana Carina Bolzi  
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 de febrero. . . . .	3
1.2	Principales características por regiones . . . . .	6

## 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 . . . . .	12
2.6	Mapas de temperatura. . . . .	13
2.7	Índice de temperatura y humedad. . . . .	13

## 3. Precipitación

3.1	Precipitación acumulada 1ra década. . . . .	15
3.2	Precipitación acumulada 2da década . . . . .	16
3.3	Precipitación acumulada 3ra década. . . . .	17
3.4	Mapas de precipitación . . . . .	19

## 4. Índices satelitales

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

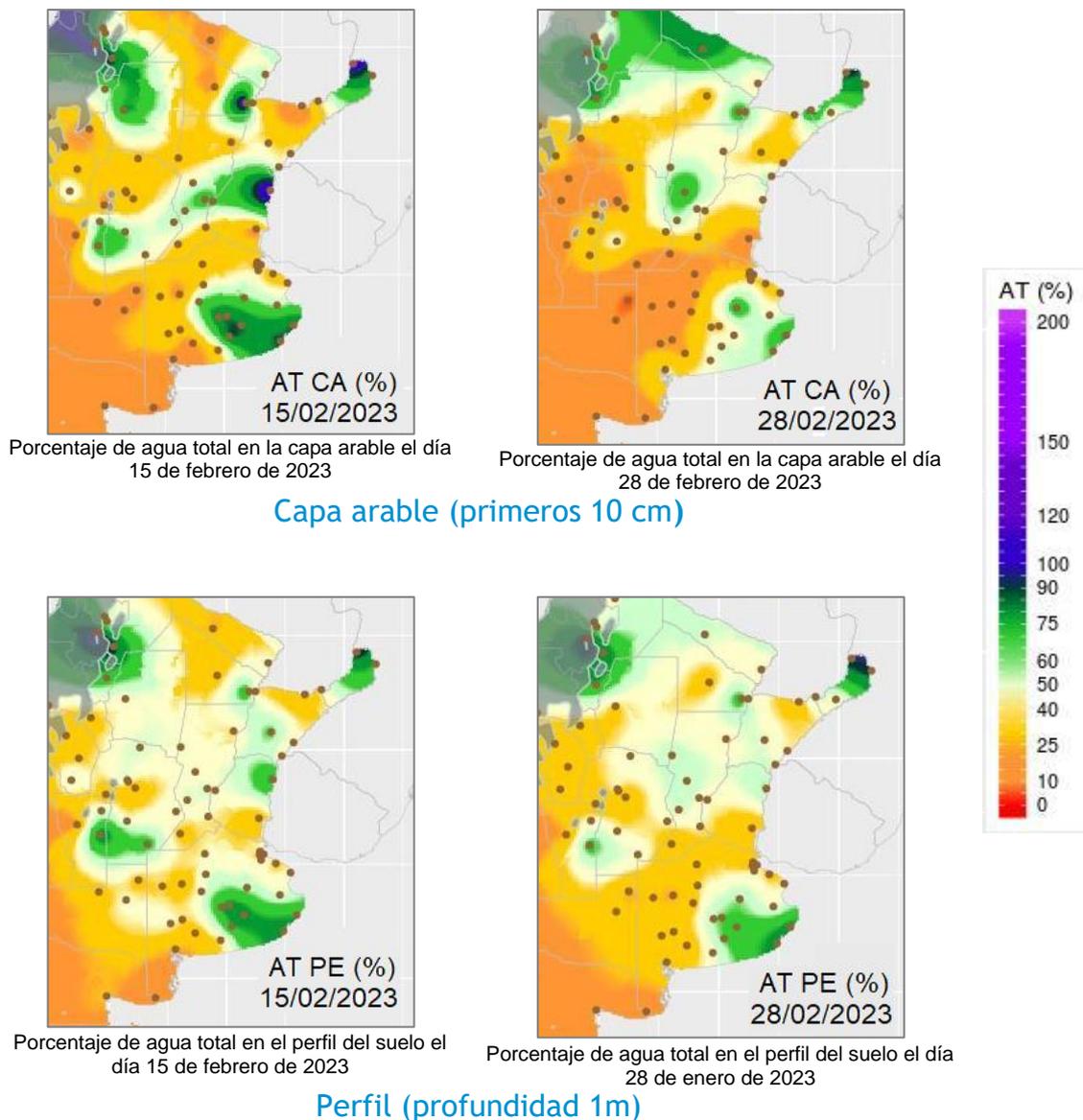
## 5. Pronóstico de rendimiento - ProRindes

5.1	Pronóstico de rendimientos para los cultivos de soja y maíz . . . . . (fecha de inicio: 26/02/2023)	21
-----	--	----

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

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

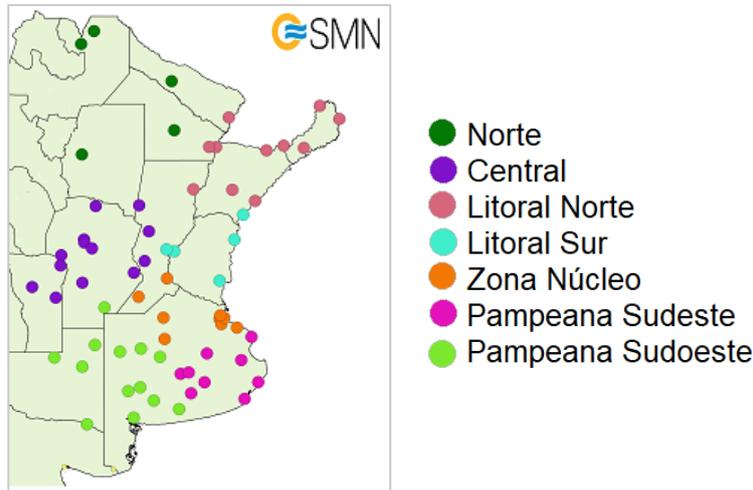
Avanzó la cosecha de girasol en el norte de la región pampeana, mientras que en el sur este cultivo se halla en fase de llenado de granos o madurez fisiológica. Los maizales y la soja de primera ocupación se visualizan en etapa de formación o llenado de granos, en tanto las variedades de segunda, se transitan el final de la etapa vegetativa de desarrollo o el inicio de la floración, según las zonas. Comenzó la cosecha de algunos lotes con destino a consumo animal. El sorgo granífero presenta diferentes estados de desarrollo según las zonas y los lotes más avanzados alcanzan la etapa de floración.



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

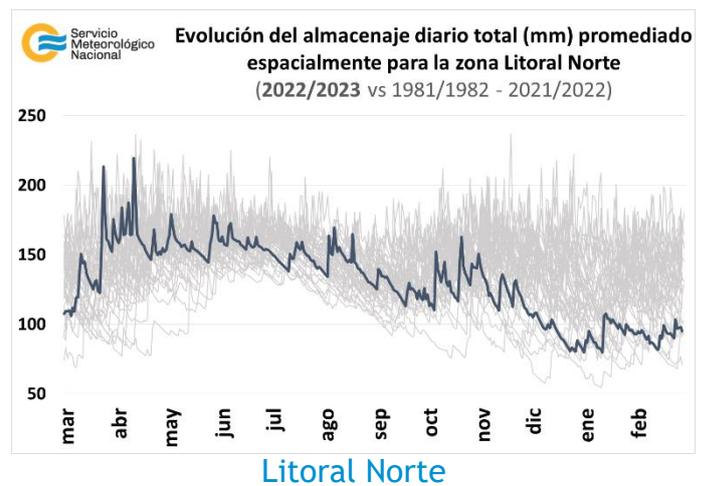
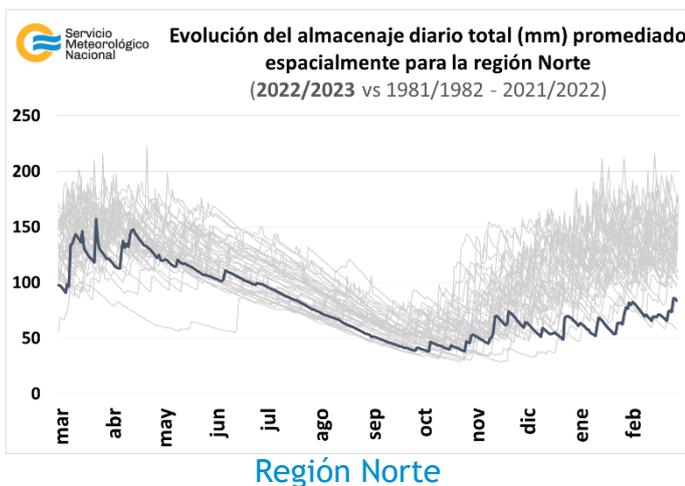
A continuación se presenta la evolución del almacenaje (BHOA) en el último año frente al periodo 1981-2021. Cada gráfico representa una zona del país, y los datos fueron obtenidos promediando los valores de las estaciones disponibles en la zona, según puede verse en el mapa:



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 las precipitaciones han sido escasas durante los primeros 20 días de febrero, en cambio fueron abundante en la tercera década y esto se refleja en una recarga de humedad en el perfil del suelo. Sin embargo, el almacenaje de agua en el suelo es de los más bajos registrados desde 1981.

En el Litoral Norte ocurrieron precipitaciones a lo largo del mes, que recargaron el perfil del suelo. La zona que se encuentra en mejores condiciones es el este de Misiones.

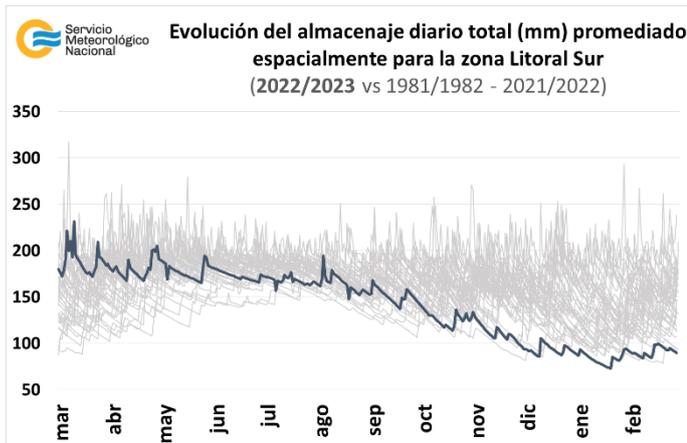


En el sur del Litoral las precipitaciones recibidas fueron deficitarias y el almacenaje de agua continúa siendo el más bajo registrado desde 1981, situación que se observa desde diciembre de 2022.

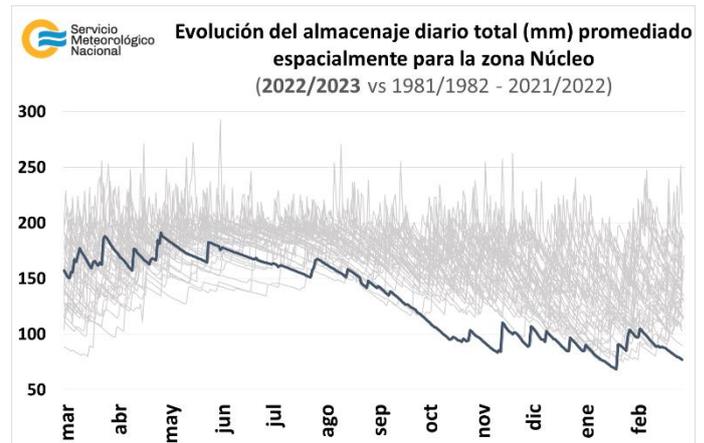
En la zona núcleo el almacenaje de agua presenta una tendencia negativa a lo largo de febrero debido a las escasas precipitaciones. Los últimos días del mes la humedad en el suelo es la más baja de los últimos 42 años.

El sudeste de la pradera Pampeana ha recibido buenas precipitaciones durante febrero principalmente en la segunda década, que se vio reflejado en un marcado aumento de la humedad del suelo.

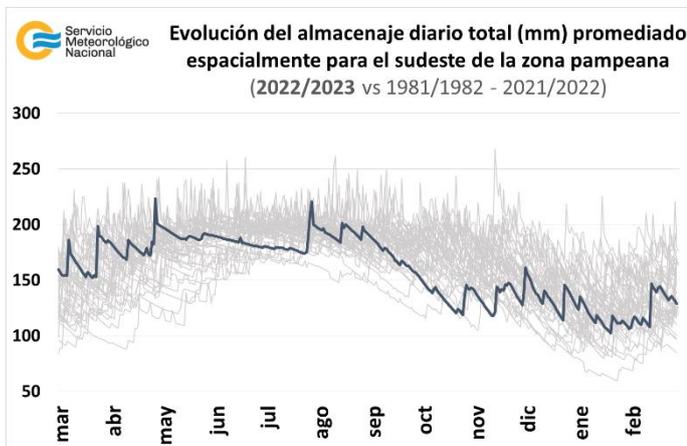
En el sudoeste de la región Pampeana las lluvias han sido mayormente escasas por lo que el suelo fue perdiendo humedad. Las condiciones hídricas en esta zona son deficitarias.



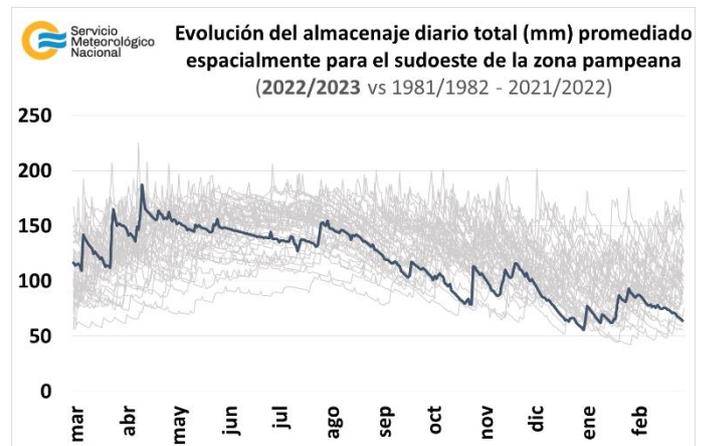
Litoral Sur



Zona Núcleo

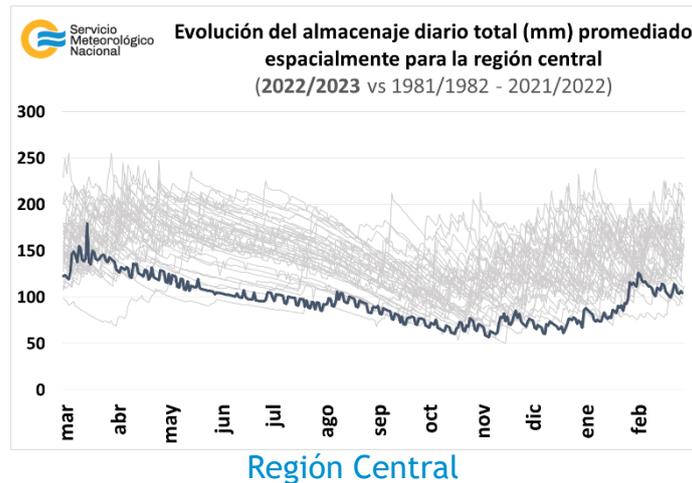


Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

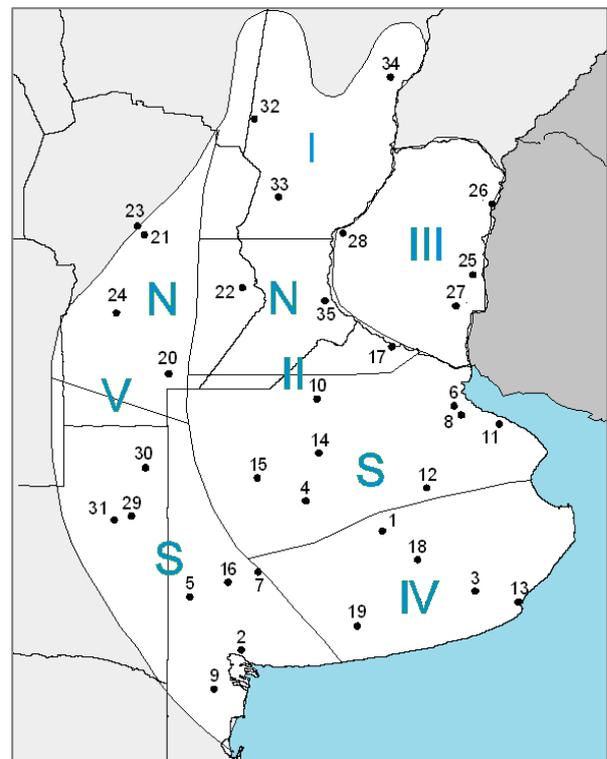
En la región Central el almacenaje de agua en el suelo es de los más bajos desde 1981, esta situación se registra desde abril de 2022 hasta febrero de 2023, a pesar de que han ocurrido precipitaciones en este mes.



## 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 maíz, destinando mayormente a consumo animal. La soja de primera ocupación se halla en etapa de floración, formación o llenado de granos, en condiciones generales regulares o malas.

**REGIÓN II NORTE:** prosigue la cosecha de girasol. Comenzó la cosecha del maíz húmedo con destino a consumo animal. El resto de los lotes de maíz de primera transitan la etapa de llenado de los granos, mientras que los de segunda se encuentran en fase vegetativa. El sorgo se halla en fase de panojamiento, la formación o el llenado de los granos, según las zonas.

**REGIÓN II SUR:** los girasoles se hallan en estado de llenado de granos o en madurez fisiológica, con un buen estado sanitario. Los maizales de primera ocupación se observan en estado de floración, mientras que los de siembra tardía transitan la etapa vegetativa. La soja de siembra temprana se encuentra en estado de llenado de granos, observándose daños por el estrés térmico e hídrico. La soja tardía inicia la etapa de floración. El sorgo se observa mayormente en estado vegetativo o inicio la floración.

**REGIÓN III:** prosigue la cosecha de girasol y de maíz de primera, los rendimientos son bajos en general. Los maizales de segunda ocupación se transitan el estado vegetativo. La soja de primera se halla en fase de llenado de granos, mientras que los lotes tardíos se observan en etapa de floración o formación de vainas. El sorgo se encuentra en etapas desde panoja embuchada hasta llenado de granos.

**REGIÓN IV:** los girasoles se hallan en etapa de llenado de granos o en madurez fisiológica, con un buen estado sanitario. Los maizales y la soja de primera ocupación transitan el estado de floración o el llenado de los granos. La soja de segunda siembra atraviesa el estado vegetativo.

**REGIÓN V NORTE:** avanza la cosecha de girasol. El maíz y la soja de siembra tardía se hallaron en etapa floración, mientras que las variedades tempranas de ambos cultivos están en etapa de llenado de granos. El sorgo granífero se encuentra en estado de floración, en tanto en algunos lotes comenzó el picado para su posterior ensilamiento.

**REGIÓN V SUR:** los girasoles y el maíz de primera ocupación se hallan en fase de madurez fisiológica, con un buen estado general. Los maizales de segunda ocupación se encuentran en estado de floración o inicio de llenado de granos. La soja de primera siembra se halla en etapa de formación o llenado de granos, bajo condiciones de estrés hídrico y térmico. Los lotes de segunda se observan en estado vegetativo. El sorgo granífero transita diferentes etapas, desde emergencia hasta panojamiento.

## 2. INFORME DE TEMPERATURA

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

## 2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas presentaron valores elevados en todo el país, con anomalías positivas en todas las estaciones meteorológicas. Las anomalías más extremas superaron los 4 °C en el centro de la Patagonia, casi en coincidencia con el área sin precipitaciones. Las temperaturas mínimas también fueron superiores a lo normal en el centro y sur del país, pero en la región centro-norte y norte rondaron el promedio, con leves desvíos negativos.

### DÉCADA 1 FEBRERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	29.9	34.9	30.5	15.6	12.5	4.0	22.8	20.5	2.3
Bahia Blanca	Buenos Aires	32.8	40.4	30.5	16.7	12.0	9.0	24.7	22.4	2.3
Bolívar	Buenos Aires	32.4	37.2	30.5	17.2	12.5	4.0	24.8	21.2	3.6
Coronel Suarez	Buenos Aires	31.8	36.9	30.5	16.2	13.6	4.0	24.0	SD	SD
Ezeiza	Buenos Aires	32.9	38.1	30.5	19.6	14.1	4.0	26.2	23.2	3.0
Junín	Buenos Aires	31.6	36.6	30.5	17.5	14.6	4.0	24.6	21.9	2.7
La Plata	Buenos Aires	31.8	37.5	30.5	18.7	12.4	5.0	25.3	22.4	2.9
Las Flores	Buenos Aires	31.6	36.5	30.5	17.3	11.5	4.0	24.5	21.8	2.7
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.6	32.0	28.4	16.0	8.5	5.0	21.3	19.8	1.5
Nueve de Julio	Buenos Aires	32.3	37.1	30.5	18.8	15.6	4.0	25.6	22.3	3.3
Pehuajó	Buenos Aires	32.9	37.7	30.5	18.0	14.2	4.0	25.4	21.8	3.6
Pigüé	Buenos Aires	31.4	36.5	30.5	17.0	14.3	5.0	24.2	20.5	3.7
Tandil	Buenos Aires	29.2	35.5	30.5	14.7	9.7	5.0	21.9	19.8	2.1
Tres Arroyos	Buenos Aires	31.3	39.2	30.5	16.7	13.2	4.0	24.0	20.7	3.3
Laboulaye	Córdoba	31.9	37.9	36.2	17.4	15.9	4.0	24.7	22.1	2.6
Marcos Juárez	Córdoba	31.7	36.5	36.2	16.2	13.4	6.0	24.0	22.4	1.6
Pilar	Córdoba	31.9	36.2	36.2	18.0	15.9	4.0	25.0	22.5	2.5
Río Cuarto	Córdoba	31.2	36.0	36.2	18.2	14.7	4.0	24.7	21.9	2.8
Concordia	Entre Ríos	34.7	40.2	35.2	19.2	12.9	5.0	27.0	25.0	2.0
Gualeduaychú	Entre Ríos	33.6	38.4	36.2	18.8	14.4	5.0	26.2	24.0	2.2
Paraná	Entre Ríos	34.0	38.4	36.2	19.7	17.1	4.0	26.9	24.1	2.8
General Pico	La Pampa	32.3	36.0	36.2	18.0	15.5	3.0	25.2	22.5	2.7
Santa Rosa	La Pampa	33.9	39.7	30.5	18.5	16.5	4.0	26.2	22.5	3.7
Ceres	Santa Fe	33.2	39.6	36.2	19.8	16.0	5.0	26.5	24.8	1.7
Reconquista	Santa Fe	35.3	41.1	36.2	20.4	14.6	5.0	27.8	26.0	1.8
Rosario	Santa Fe	33.2	38.2	36.2	18.0	14.5	5.0	25.6	23.7	1.9

## 2.2 SEGUNDA DÉCADA

Al iniciarse la segunda década de febrero se estaban produciendo diversas olas de calor que afectaron en los días previos al sur del país y más tarde al centro y norte. Promediando el periodo, se estableció un flujo de aire frío del sur que atravesó la Patagonia para luego alcanzar todo el resto del territorio, provocando un descenso térmico extraordinario que duró 2-3 días antes de restablecerse las temperaturas más típicas de la época.

A lo largo de los diez días se registraron temperaturas anómalas tanto altas como bajas, particularmente en la franja central del país, de modo que los campos medios fueron en parte compensados. En la máxima media se observa el predominio del calor de los primeros días de la década en el norte, donde las anomalías son positivas, y el efecto del ingreso de aire muy frío en la región patagónica, donde los valores resultaron de entre 3 °C y 6 °C por debajo del promedio. El predominio del frío se extendió a todo el territorio en el caso de las temperaturas mínimas. Se registraron heladas en las localidades de Junín y Nueve de Julio, en Buenos Aires.

## DÉCADA 2 FEBRERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	27.0	37.1	36.0	11.6	5.1	18.0	19.3	20.6	-1.3
Bahia Blanca	Buenos Aires	27.5	34.7	35.2	13.5	6.1	18.0	20.5	22.4	-1.9
Bolívar	Buenos Aires	28.9	39.6	36.0	11.2	2.1	18.0	20.1	21.2	-1.1
Coronel Suarez	Buenos Aires	27.6	36.0	35.2	11.4	2.5	18.0	19.5	20.3	-0.8
Ezeiza	Buenos Aires	30.4	39.6	36.0	15.7	4.8	18.0	23.0	23.2	-0.2
Junín	Buenos Aires	29.9	39.0	36.0	12.5	1.6	18.0	21.2	21.7	-0.5
La Plata	Buenos Aires	29.4	39.5	36.0	15.8	6.2	18.0	22.6	22.4	0.2
Las Flores	Buenos Aires	28.7	39.5	36.0	12.8	5.0	18.0	20.8	21.7	-0.9
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.1	36.8	35.2	12.6	7.8	17.0	19.3	20.0	-0.7
Nueve de Julio	Buenos Aires	30.3	38.8	36.0	13.0	3.9	18.0	21.6	22.4	-0.8
Pehuajó	Buenos Aires	29.6	40.6	36.0	12.9	4.8	18.0	21.2	21.9	-0.7
Pigüé	Buenos Aires	26.6	34.6	35.2	12.2	3.2	18.0	19.4	20.7	-1.3
Tandil	Buenos Aires	26.3	38.1	36.0	10.0	3.6	19.0	18.2	19.9	-1.8
Tres Arroyos	Buenos Aires	26.9	37.2	35.2	13.0	7.0	18.0	20.0	20.9	-0.9
Laboulaye	Córdoba	29.1	39.3	36.0	12.9	4.9	19.0	21.0	21.9	-0.9
Marcos Juárez	Córdoba	29.3	38.5	36.0	12.8	2.8	18.0	21.0	22.1	-1.1
Pilar	Córdoba	29.9	38.7	36.0	15.2	3.5	18.0	22.5	22.1	0.4
Río Cuarto	Córdoba	27.6	37.6	36.0	14.5	3.8	18.0	21.1	21.7	-0.6
Concordia	Entre Ríos	31.0	39.6	36.0	18.0	8.5	18.0	24.5	24.3	0.2
Gualeduaychú	Entre Ríos	30.3	40.5	35.2	16.3	6.0	17.0	23.3	23.6	-0.3
Paraná	Entre Ríos	30.5	39.9	36.0	16.7	8.5	18.0	23.6	23.6	0.0
General Pico	La Pampa	30.1	38.8	36.0	13.7	4.4	18.0	21.9	22.7	-0.8
Santa Rosa	La Pampa	30.4	39.3	35.2	14.1	5.7	18.0	22.2	22.4	-0.2
Ceres	Santa Fe	31.5	38.5	36.0	18.0	8.6	19.0	24.8	24.2	0.6
Reconquista	Santa Fe	33.1	40.2	36.0	18.5	7.3	18.0	25.8	25.2	0.6
Rosario	Santa Fe	30.3	39.5	35.2	14.6	5.7	18.0	22.5	23.4	-0.9

### 2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron superiores a las normales en casi todo el país, alcanzando valores de más de 3 °C por encima del promedio en la región central y anomalías extremas de entre 4 °C y 6 °C en el norte de La Pampa, sur de Santa Fe y oeste, norte y sur de Buenos Aires, la costa atlántica de Chubut y el sur de Corrientes.

Las temperaturas mínimas, en cambio, fueron más cercanas a las normales, con un núcleo principal de anomalías positivas en Chubut y Santa Cruz. También se registraron anomalías positivas en la zona cuyana y el sur del Litoral y levemente negativas en el sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba, sudoeste de Río Negro y extremo norte de Misiones.

### DÉCADA 3 FEBRERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	30.7	34.8	31.2	11.8	7.8	21.0	21.3	19.6	1.7
Bahía Blanca	Buenos Aires	32.1	38.2	27.5	14.9	8.7	27.0	23.5	21.3	2.2
Bolívar	Buenos Aires	32.8	37.9	31.2	12.7	9.5	26.0	22.8	20.3	2.5
Coronel Suarez	Buenos Aires	32.3	37.2	31.2	12.1	7.4	27.0	22.2	19.3	2.9
Ezeiza	Buenos Aires	32.7	37.6	31.2	17.7	12.8	26.0	25.2	22.5	2.7
Junín	Buenos Aires	33.8	38.3	31.2	14.7	12.5	21.0	24.2	21.3	2.9
La Plata	Buenos Aires	31.6	36.0	31.2	17.7	14.0	26.0	24.7	21.8	2.9
Las Flores	Buenos Aires	31.8	36.0	31.2	14.4	10.5	26.0	23.1	20.9	2.2
Mar Del Plata	Buenos Aires	28.8	32.1	27.5	13.9	9.2	26.0	21.3	19.3	2.0
Nueve de Julio	Buenos Aires	34.4	38.5	31.2	15.3	12.9	26.0	24.8	21.7	3.1
Pehuajó	Buenos Aires	33.7	38.1	31.2	14.1	9.6	26.0	23.9	21.1	2.8
Pigüé	Buenos Aires	31.4	36.8	31.2	13.1	9.1	26.0	22.3	19.4	2.9
Tandil	Buenos Aires	30.1	34.0	31.2	11.6	7.3	26.0	20.9	19.0	1.9
Tres Arroyos	Buenos Aires	31.9	37.5	31.2	15.0	10.0	26.0	23.4	19.8	3.6
Laboulaye	Córdoba	32.4	37.5	31.2	14.6	11.1	27.0	23.5	21.5	2.0
Marcos Juárez	Córdoba	32.5	36.5	31.2	14.3	8.4	21.0	23.4	21.9	1.5
Pilar	Córdoba	31.2	34.5	31.2	16.8	13.3	21.0	24.0	21.8	2.2
Río Cuarto	Córdoba	30.0	34.5	31.2	16.4	14.2	27.0	23.2	21.5	1.7
Concordia	Entre Ríos	33.4	36.8	31.2	20.1	17.0	27.0	26.8	23.8	3.0
Gualedguaychú	Entre Ríos	32.7	37.1	31.2	18.9	15.2	25.0	25.8	23.2	2.6
Paraná	Entre Ríos	32.5	36.3	31.2	19.6	17.0	21.0	26.0	23.2	2.8
General Pico	La Pampa	34.0	38.5	31.2	14.3	9.0	27.0	24.1	21.9	2.2
Santa Rosa	La Pampa	34.8	40.5	31.2	15.4	10.4	27.0	25.1	21.5	3.6
Ceres	Santa Fe	32.5	36.1	28.4	18.9	16.4	21.0	25.7	24.0	1.7
Reconquista	Santa Fe	35.1	36.7	29.0	20.3	16.8	21.0	27.7	24.9	2.8
Rosario	Santa Fe	32.0	37.1	31.2	16.4	14.1	25.0	24.2	23.0	1.2

#### 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 FEBRERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2022	FMPH	Primera helada 2022	FMPH	Primera helada 2022
Azul	Buenos Aires	-	25/03	-	29/04	-
Bahía Blanca	Buenos Aires	-	13/04	-	11/05	-
Balcarce	Buenos Aires	SD	04/05	SD	04/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	18/02	09/04	-	17/05	18/02
Bordenave	Buenos Aires	SD	19/03	SD	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	SD	02/05	SD	05/06	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	18/02	18/03	-	24/04	-
Ezeiza	Buenos Aires	-	06/05	-	08/06	x
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	13/04	SD	12/05	SD
Junín	Buenos Aires	18/02	25/04	-	21/05	18/02
La Plata	Buenos Aires	-	10/05	-	09/06	-
Las Flores	Buenos Aires	-	15/04	-	17/05	x
Mar Del Plata	Buenos Aires	-	16/04	-	22/05	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	-	10/05	-	06/06	x
Pehuajó	Buenos Aires	-	25/04	-	23/05	-
Pigüé	Buenos Aires	-	26/03	-	27/04	-
San Pedro	Buenos Aires	SD	04/05	SD	10/06	SD
Tandil	Buenos Aires	-	08/03	-	30/04	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	-	20/04	-	21/05	-
Laboulaye	Córdoba	-	01/05	-	27/05	-
Manfredi	Córdoba	SD	13/04	SD	07/05	SD
Marcos Juárez	Córdoba	18/02	30/04	-	27/05	-
Pilar	Córdoba	-	07/05	-	03/06	-
Río Cuarto	Córdoba	-	10/05	-	05/06	x
C. del Uruguay	Entre Ríos	SD	18/05	SD	14/06	SD
Concordia	Entre Ríos	-	21/05	-	14/06	-
Gualeduaychú	Entre Ríos	-	14/05	-	11/06	x
Paraná	Entre Ríos	-	11/06	-	27/06	x
Anguil	La Pampa	SD	29/03	SD	25/04	SD
General Pico	La Pampa	-	23/04	-	17/05	-
Santa Rosa	La Pampa	-	14/04	-	11/05	-
Ceres	Santa Fe	-	22/05	-	17/06	-
Rafaela	Santa Fe	-	08/05	-	05/06	-
Reconquista	Santa Fe	-	12/06	-	27/06	-
Rosario	Santa Fe	-	07/05	-	02/06	-

#### 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.

**SD:** sin datos

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

## 2.5 GRADOS DÍA

### FEBRERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de octubre				Días con T <sub>máx</sub> >30°C
		BASE 10		BASE 13		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	310.5	1437.9	228.2	1018.7	13
Bahía Blanca	Buenos Aires	360.1	1676.7	276.7	1244.3	16
Bolívar	Buenos Aires	351.3	1615.3	270.0	1178.6	16
Coronel Suarez	Buenos Aires	332.5	1492.5	249.5	1070.0	17
Ezeiza	Buenos Aires	413.7	1949.6	331.6	1505.4	19
Junín	Buenos Aires	371.4	1868.1	288.8	1421.3	19
La Plata	Buenos Aires	395.7	1797.3	312.8	1356.6	16
Las Flores	Buenos Aires	357.6	1655.2	275.3	1219.0	16
Mar Del Plata	Buenos Aires	297.1	1254.1	213.7	847.6	8
Nueve de Julio	Buenos Aires	390.3	1868.2	307.2	1419.1	20
Pehuajó	Buenos Aires	378.2	1764.0	294.7	1320.6	19
Pigüé	Buenos Aires	334.1	1492.0	251.6	1067.1	16
Tandil	Buenos Aires	287.8	1318.3	206.5	907.7	10
Tres Arroyos	Buenos Aires	347.6	1603.5	264.8	1171.8	16
Laboulaye	Córdoba	364.0	1859.9	281.3	1411.8	17
Marcos Juárez	Córdoba	356.8	1867.4	274.4	1423.4	18
Pilar	Córdoba	386.7	2004.2	302.7	1554.5	17
Río Cuarto	Córdoba	363.6	1871.8	281.5	1427.1	13
Concordia	Entre Ríos	448.6	2130.1	364.6	1681.0	22
Gualedguaychú	Entre Ríos	421.9	2017.6	339.7	1571.9	19
Paraná	Entre Ríos	432.6	2150.2	348.6	1698.8	19
General Pico	La Pampa	383.8	1834.7	300.3	1391.5	19
Santa Rosa	La Pampa	405.3	1837.1	321.3	1392.1	21
Ceres	Santa Fe	438.6	2215.8	354.6	1763.1	22
Reconquista	Santa Fe	478.1	2293.4	394.1	1840.4	25
Rosario	Santa Fe	394.3	2013.1	311.3	1564.9	20

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

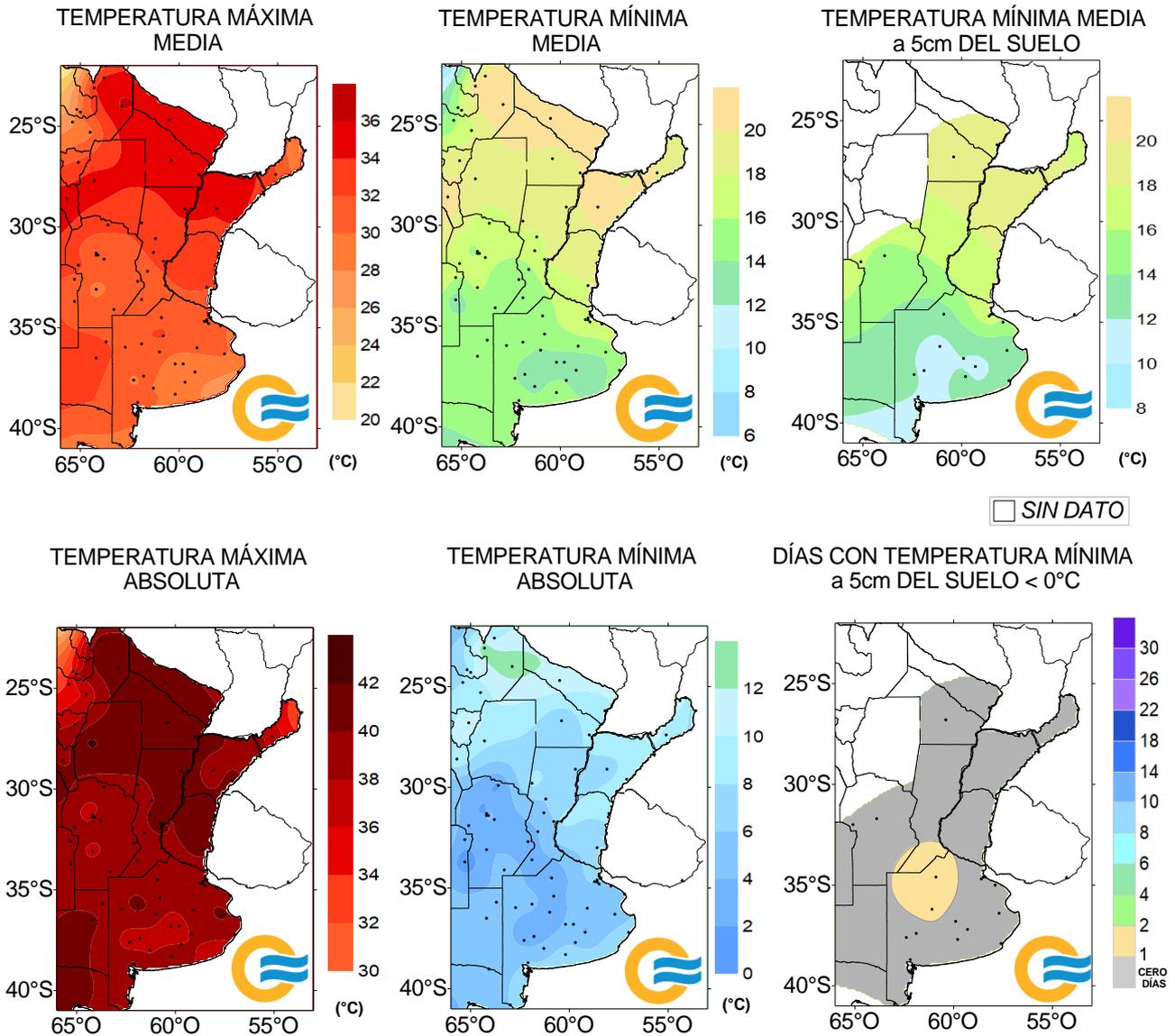
MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.

## 2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

### FEBRERO 2023



## 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.

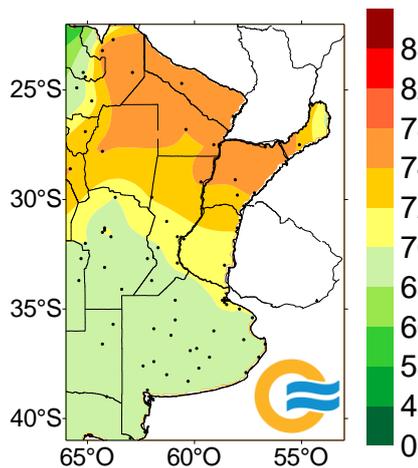
En función de este nivel, se han caracterizado distintas categorías de estrés calórico según la magnitud del ITH:

- 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.

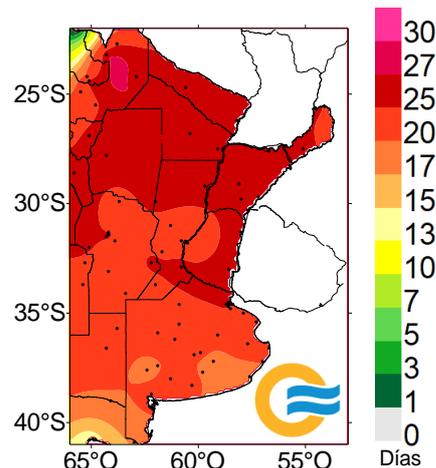
En febrero de 2023 las temperaturas máximas han sido elevadas en el centro y norte del país, esto sumado a la humedad generó condiciones desfavorables para los animales, registrándose entre 25 y 27 días con el índice ITH superior a 72, en las horas de la tarde principalmente. Dentro de la cuenca lechera, en Reconquista se registró un período de 10 días consecutivos con valores de temperatura y humedad que pueden afectar el bienestar animal, esto ocurrió del 6 al 16 de febrero. Particularmente del 10 al 15 de febrero se registraron 115 horas consecutivas con el ITH superior al umbral de 72.

### FEBRERO 2023

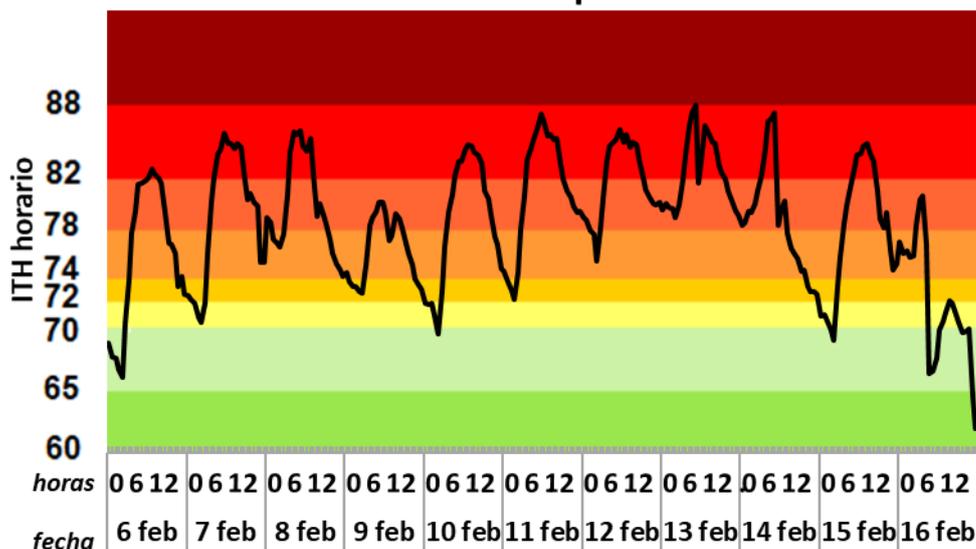
ITH PROMEDIO MENSUAL



DÍAS CON ITH > 72



### ITH - Reconquista



Más información sobre el ITH diario y decádico en: [https://www.smn.gov.ar/monitoreo\\_periodos](https://www.smn.gov.ar/monitoreo_periodos)

### 3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

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

#### 3.1 PRIMERA DÉCADA

Al inicio de la década un sistema frontal que atravesó el centro del país dejó algunas precipitaciones en la franja que abarca San Juan, La Rioja, Catamarca, Tucumán, San Luis, Córdoba y Buenos Aires, desplazándose hacia el norte. Mientras tanto, en la Patagonia predominó la presencia de un sistema de alta presión cerca de las costas chilenas y otro que osciló entre el centro patagónico y el océano Atlántico.

### DÉCADA 1 FEBRERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	61.0	23.4	3	32.0	13
Bahía Blanca	Buenos Aires	4.3	-19.5	1	4.0	-1
Bolívar	Buenos Aires	9.0	-35.1	1	9.0	13
Coronel Suarez	Buenos Aires	6.4	-25.2	1	6.0	5
Ezeiza	Buenos Aires	1.4	-48.1	0	-	-
Junín	Buenos Aires	0.7	-42.6	0	-	-
La Plata	Buenos Aires	8.0	-47.0	2	6.0	13
Las Flores	Buenos Aires	3.0	-39.7	1	3.0	-1
Mar Del Plata	Buenos Aires	36.0	-0.3	2	32.0	-1
Nueve de Julio	Buenos Aires	26.0	-13.1	2	22.0	13
Pehuajó	Buenos Aires	6.0	-27.6	1	5.0	13
Pigüé	Buenos Aires	19.0	-13.5	2	16.0	5
Tandil	Buenos Aires	24.0	-10.3	4	11.0	2
Tres Arroyos	Buenos Aires	18.2	-18.2	2	12.0	-1
Laboulaye	Córdoba	21.0	-21.9	1	20.0	2
Marcos Juárez	Córdoba	15.0	-36.6	2	8.0	2
Pilar	Córdoba	15.2	-32.4	1	15.0	2
Río Cuarto	Córdoba	9.0	-32.5	1	9.0	2
Concordia	Entre Ríos	43.0	-16.3	4	34.0	-1
Gualedguaychú	Entre Ríos	0.0	-53.8	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	3.8	-55.9	1	3.0	1
General Pico	La Pampa	0.0	-32.7	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-30.9	0	-	-
Ceres	Santa Fe	0.0	-51.2	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	0.4	-64.4	0	-	-
Rosario	Santa Fe	1.0	-53.7	0	-	-

Pese a que se registraron lluvias en casi todo el centro-norte y este del país, éstas resultaron escasas para la época. Las únicas localidades en las que se excedió el valor de la mediana de precipitación de la década en 5 mm aproximadamente o más fueron La Quiaca (desvío de +35.5 mm), La Rioja (+8.9 mm), San Juan (+4.7 mm), Villa Reynolds (+53.4 mm), Azul (+34.3 mm), Mar del Plata (+10.5 mm), San Antonio Oeste (+16.5 mm) y Ushuaia (+9.1 mm).

Los excesos térmicos favorecieron a la evapotranspiración, lo que, sumado a las recargas escasas, determinó secamientos que intensificaron las condiciones de sequía generalizada. Sólo una pequeña región del centro de Buenos Aires, el norte de Misiones y parte del NOA presentan actualmente un contenido hídrico regular en sus suelos.

### 3.2 SEGUNDA DÉCADA

## DÉCADA 2 FEBRERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	52.1	19.1	1	52.0	9
Bahía Blanca	Buenos Aires	30.7	2.3	4	9.0	-1
Bolívar	Buenos Aires	34.0	0.4	1	34.0	9
Coronel Suarez	Buenos Aires	7.9	-21.5	1	7.0	SD
Ezeiza	Buenos Aires	7.2	-22.1	2	5.0	-1
Junín	Buenos Aires	4.5	-25.4	1	4.0	9
La Plata	Buenos Aires	16.0	-6.4	3	8.0	15
Las Flores	Buenos Aires	26.1	-5.7	1	26.0	9
Mar Del Plata	Buenos Aires	112.1	73.8	3	74.0	9
Nueve de Julio	Buenos Aires	8.0	-22.5	2	6.0	9
Pehuajó	Buenos Aires	4.0	-23.3	1	4.0	9
Pigüé	Buenos Aires	8.3	-25.8	3	4.0	9
Tandil	Buenos Aires	79.0	44.1	2	73.0	9
Tres Arroyos	Buenos Aires	53.0	13.8	5	23.0	15
Laboulaye	Córdoba	14.0	-19.2	1	14.0	9
Marcos Juárez	Córdoba	23.0	-13.1	2	17.0	9
Pilar	Córdoba	18.7	-10.8	1	18.0	-1
Río Cuarto	Córdoba	34.0	2.6	2	32.0	9
Concordia	Entre Ríos	37.8	-8.7	2	33.0	24
Gualedguaychú	Entre Ríos	13.5	-24.1	2	8.0	-1
Paraná	Entre Ríos	35.3	3.7	3	31.0	-1
General Pico	La Pampa	0.5	-37.9	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	9.0	-18.1	1	8.0	9
Ceres	Santa Fe	17.6	-16.9	2	11.0	-1
Reconquista	Santa Fe	25.0	-18.4	1	25.0	15
Rosario	Santa Fe	31.0	-3.0	2	24.0	-1

Las precipitaciones no se alejaron sustancialmente de los registros esperados en esta época del año. Los montos más importantes acumulados en la década se observaron en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, en el norte de Misiones y algunas otras áreas del centro y norte del país, y se correspondieron con las zonas con desvíos positivos, mientras que en el extremo norte del país y el resto del centro prevalecieron los desvíos negativos. La Patagonia registró lluvias normales y levemente superiores a la mediana en Tierra del Fuego.

Las temperaturas extremas favorecieron los secamientos de la escasa humedad disponible. De acuerdo con el modelo analizado, casi todo el territorio califica en diferentes grados de sequía, con excepción de algunas áreas reducidas en las que el contenido de agua del suelo es regular.

### 3.3 TERCERA DÉCADA

En esta década prevaleció la circulación del oeste en la Patagonia y, algo menos organizada, la del norte en el norte y centro del país. Varios centros ciclónicos que se formaron en el océano Atlántico entre las costas frente a Uruguay y las islas Malvinas, y otros que cruzaron desde el Pacífico por el paso de Drake con sus sistemas frontales asociados produjeron precipitaciones en el norte del territorio, en el este y sur de la provincia de Buenos Aires y en el extremo sur patagónico, aunque no se registraron aportes pluviométricos en la mayor parte de las provincias de Santa Cruz, Chubut, Río Negro, Neuquén, La Pampa y Mendoza. De esas lluvias ocurridas sólo se destacan los desvíos positivos del oeste de Formosa. En las regiones aledañas los desvíos respecto de la mediana también fueron positivos, aunque no sustanciales, así como los del norte de Cuyo y los de Misiones. La mayor parte de la región productiva de secano registró montos de precipitación levemente inferiores a las medianas.

En estos días del final de febrero, como consecuencia de las temperaturas anómalamente altas, prevalecieron los secamientos en la región pampeana y hubo recargas restringidas al extremo norte del país.

## DÉCADA 3 FEBRERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.0	-31.0	0	-	-
Bahía Blanca	Buenos Aires	32.0	14.8	2	25.0	5
Bolívar	Buenos Aires	0.0	-28.3	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	4.0	-20.8	1	4.0	-1
Ezeiza	Buenos Aires	2.0	-27.6	1	2.0	1
Junín	Buenos Aires	0.0	-41.9	0	-	-
La Plata	Buenos Aires	0.2	-35.3	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	34.0	4.0	1	34.0	1
Mar Del Plata	Buenos Aires	5.0	-24.0	1	5.0	-1
Nueve de Julio	Buenos Aires	0.4	-31.9	0	-	-
Pehuajó	Buenos Aires	0.0	-28.9	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	0.0	-34.6	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	0.4	-28.8	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	5.5	-25.4	1	5.5	-1
Laboulaye	Córdoba	0.0	-32.4	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-31.2	0	-	-
Pilar	Córdoba	8.0	-27.0	1	8.0	5
Río Cuarto	Córdoba	19.0	-12.8	1	19.0	5
Concordia	Entre Ríos	2.0	-41.7	0	-	-
Gualedguaychú	Entre Ríos	4.0	-27.6	1	4.0	0
Paraná	Entre Ríos	5.0	-32.0	2	3.0	0
General Pico	La Pampa	0.0	-34.1	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-30.4	0	-	-
Ceres	Santa Fe	33.0	1.9	3	26.0	5
Reconquista	Santa Fe	7.0	-35.7	2	4.0	0
Rosario	Santa Fe	4.0	-34.7	2	2.0	5

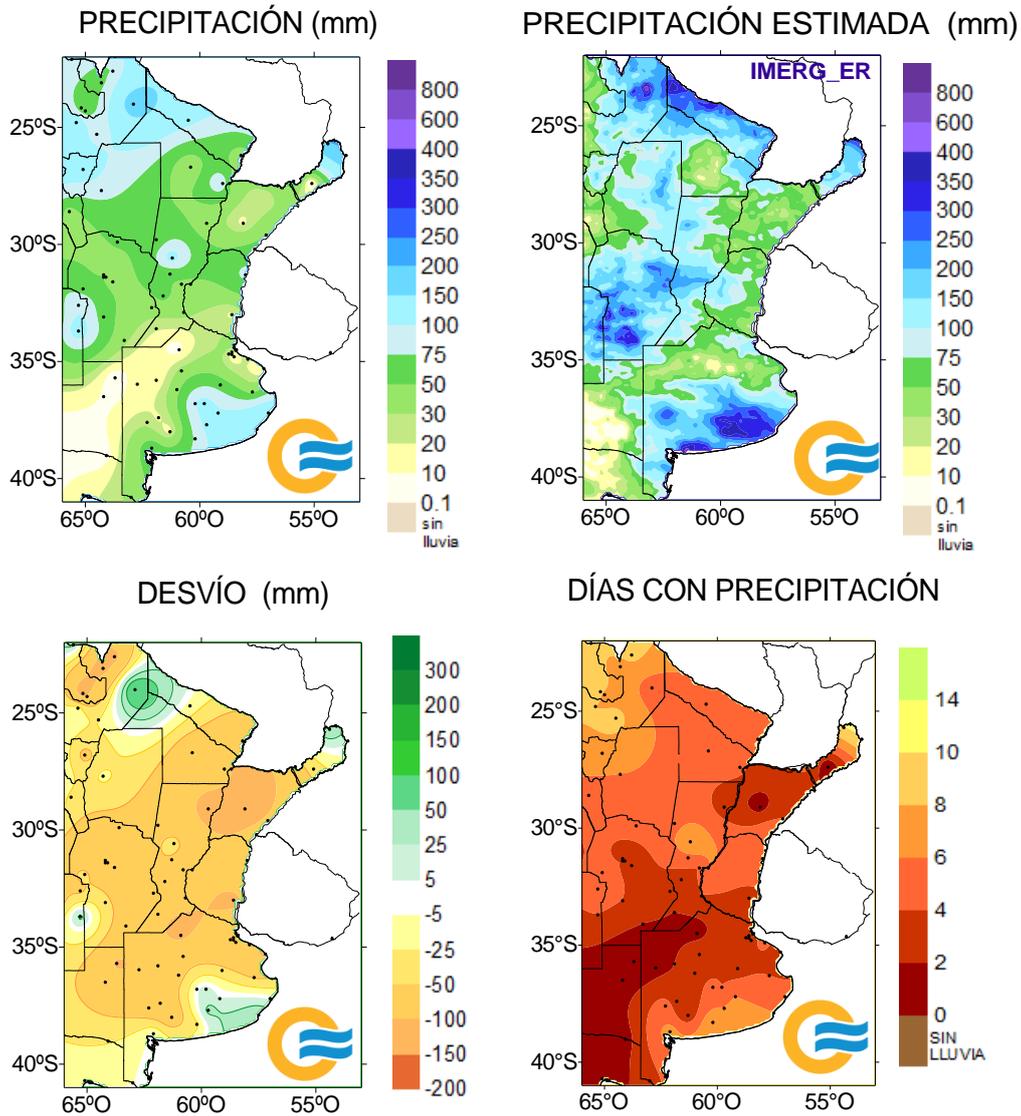
[Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.](#)

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

#### FEBRERO 2023



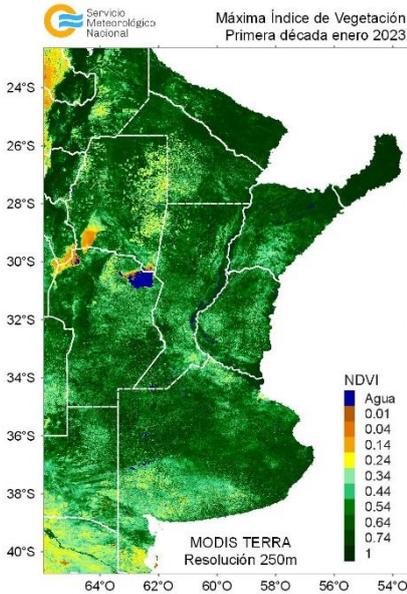
## 4. ÍNDICES SATELITALES

### 4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

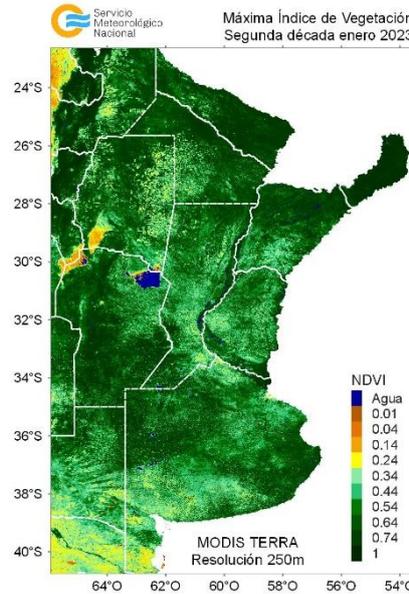
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de enero y febrero de 2023. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se observa un incremento del vigor de la vegetación asociado a los cultivos de soja y maíz tardíos que se encuentran transitando la fase vegetativa.

**ENERO 2023**

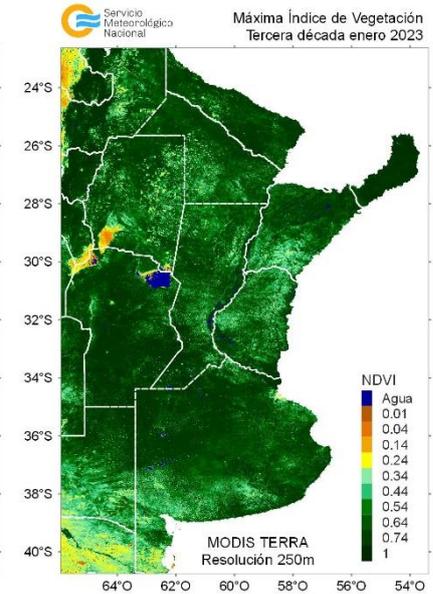
**DÉCADA 1**



**DÉCADA 2**

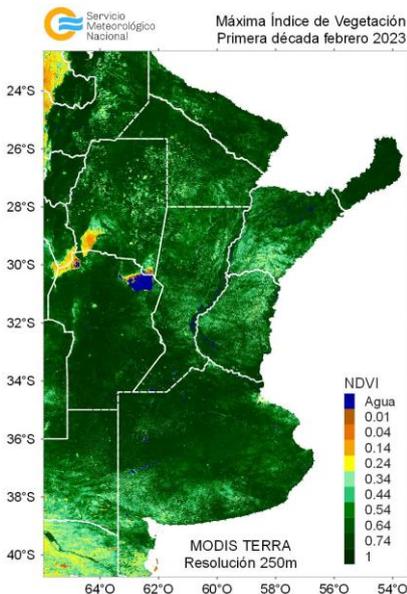


**DÉCADA 3**

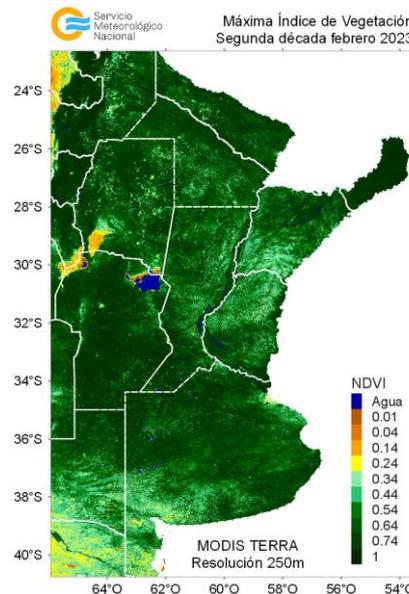


**FEBRERO 2023**

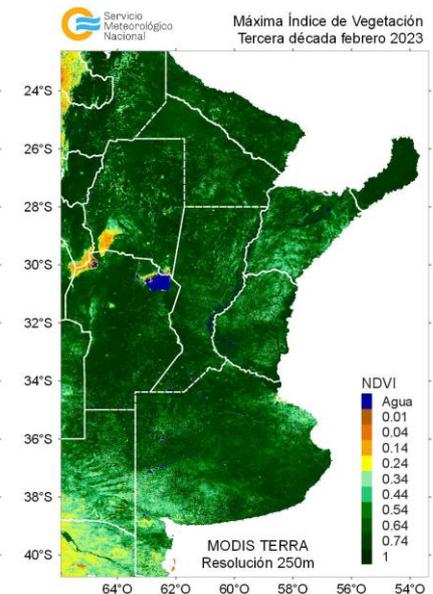
**DÉCADA 1**



**DÉCADA 2**



**DÉCADA 3**



**4.2. HUMEDAD DEL SUELO**

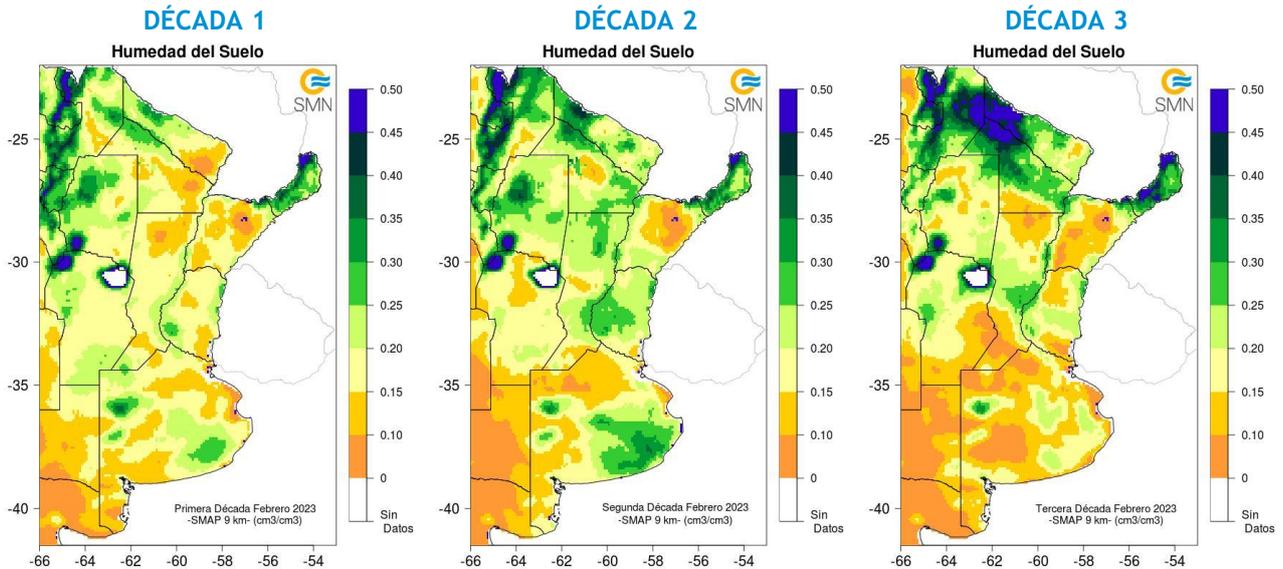
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

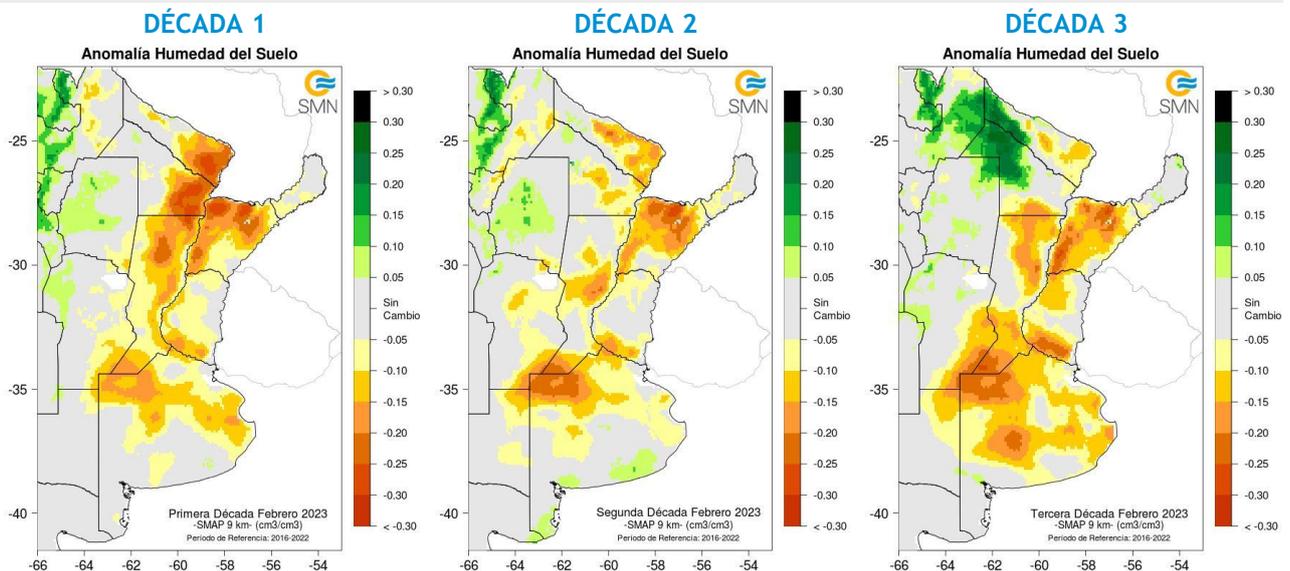
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2021 respecto al periodo 2016-2022, para cada década.

El impacto de las lluvias se reflejan en un exceso de humedad en el norte del país, en el resto del país las precipitaciones han sido deficitarias comparadas con los registros normales y esto se refleja en un bajo contenido de humedad en el suelo.

## FEBRERO 2023 HUMEDAD DEL SUELO



## ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO

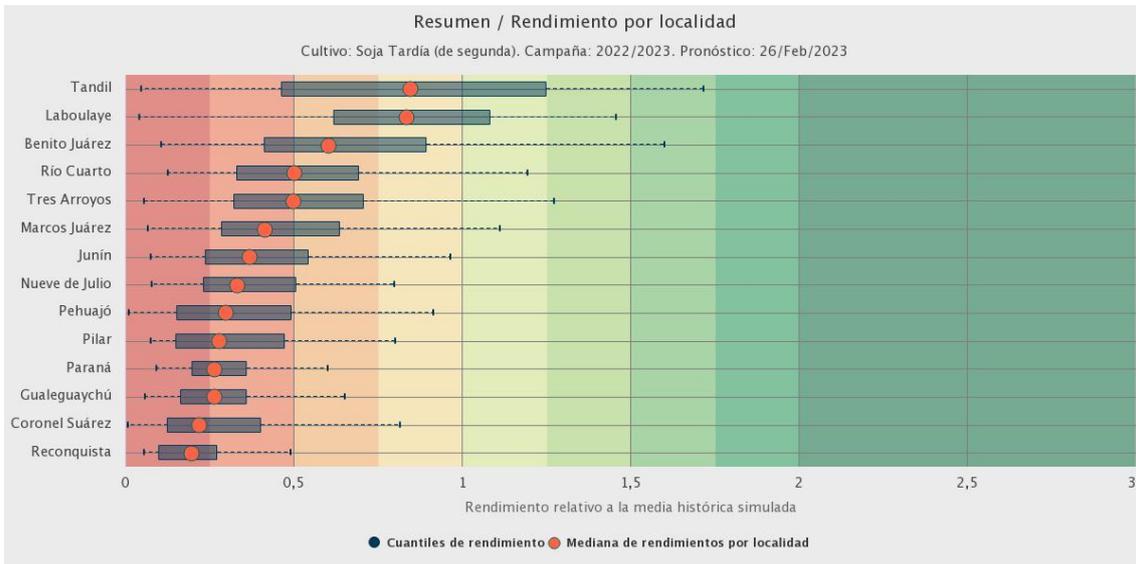


## 5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

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 maíz y soja.

En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 26/02/2023 (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 maíz y la soja de siembra tardía en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Se puede observar que las mejores perspectivas de rendimiento del maíz se ubican en algunas estaciones de las zonas IV y V mientras que, para el caso de la soja, se esperan rindes por debajo de los valores de la mediana en todas las localidades analizadas



## 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

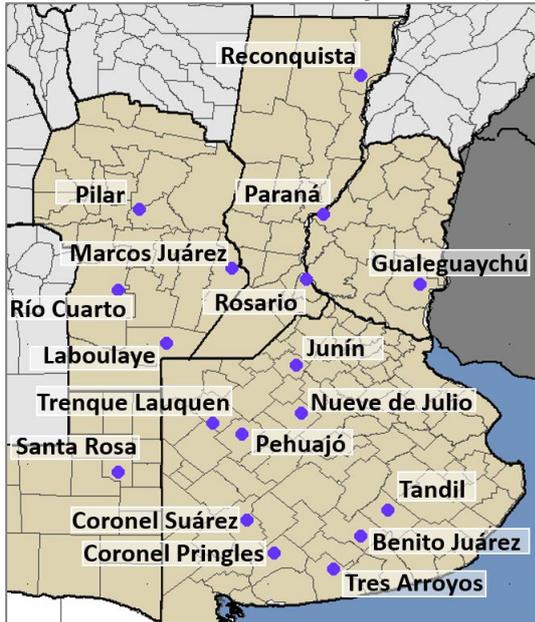
La información satelital con la que realiza este producto proviene del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de 5 cm, a partir de un radiómetro de microondas en banda L (1.41 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 2016- 2022 (enero a marzo) y a partir de abril tomando el periodo 2015-2021, 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 Pantano<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.gov.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.

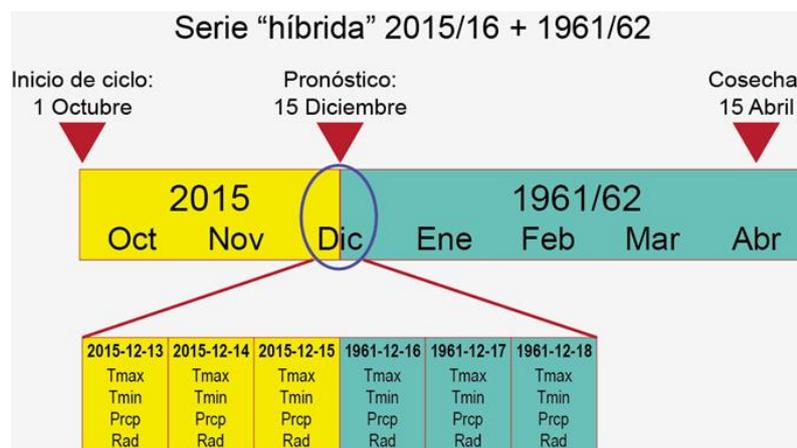
Con respecto al **módulo de suelo**, ProRindeS tiene incorporado 2-3 suelos más comunes, de modo que los usuarios puedan seleccionar el suelo más semejante a sus propias condiciones. Para cada suelo en cada situación se define, el contenido inicial de Nitrógeno y de agua. El contenido inicial de agua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

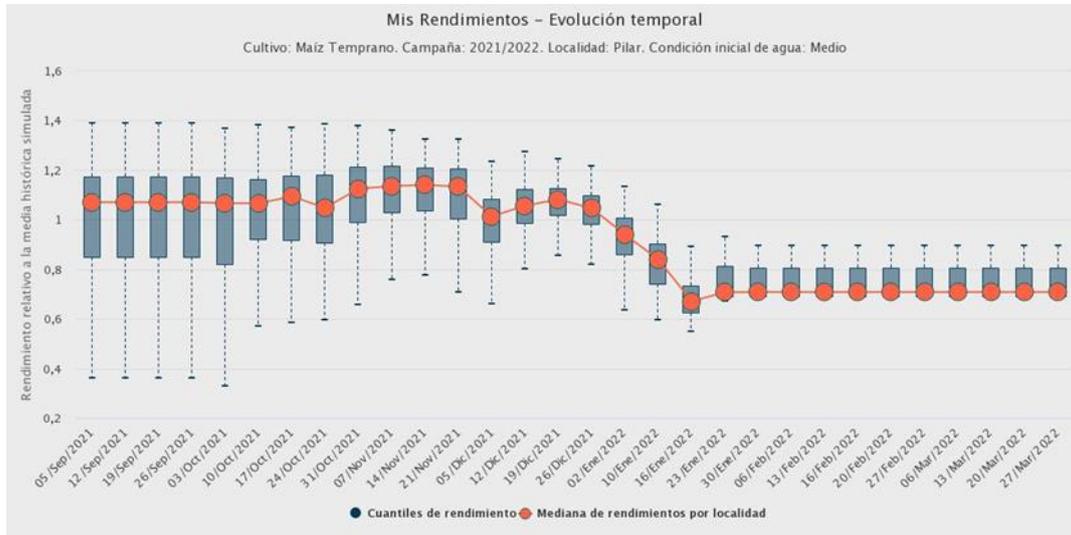
El uso de múltiples series climáticas como entrada para ProRindeS nos permite caracterizar la incertidumbre en los rendimientos que resulta del espectro de condiciones climáticas que pueden ocurrir a partir de la fecha de pronóstico. Típicamente, la variabilidad de los valores pronosticados disminuye 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):

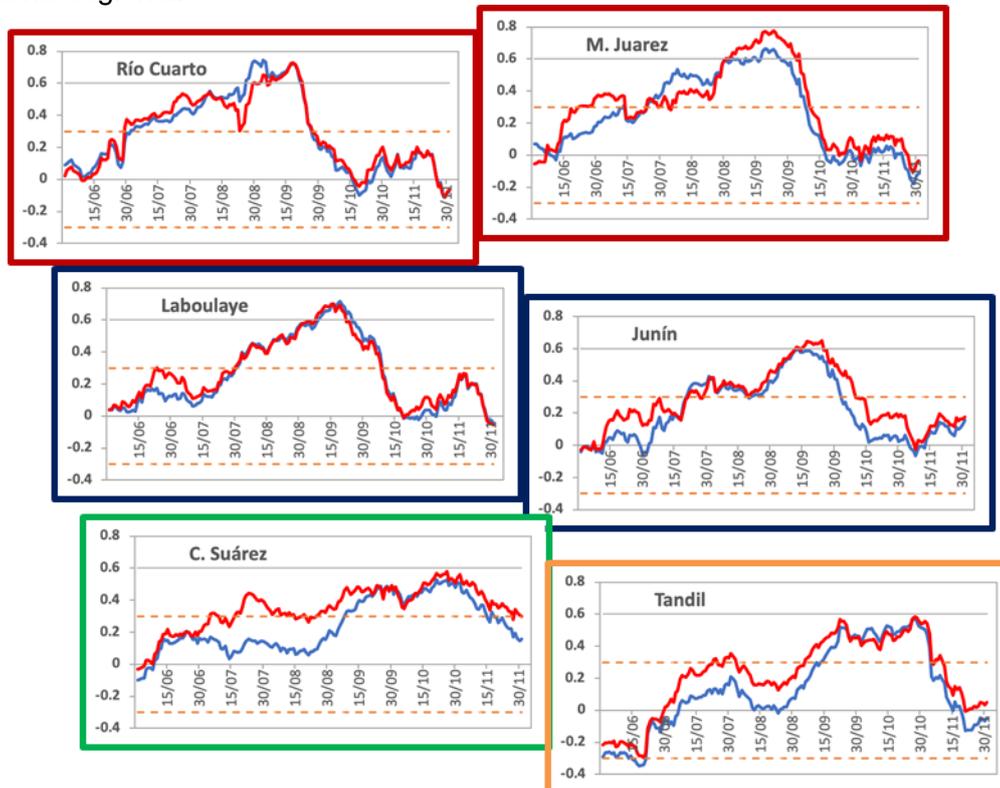
- a. Datos diarios observados de precipitación;
- b. Rendimientos de trigo simulados por el modelo DSSAT (modelo de simulación agronómica, calibrado localmente: Rocha, 2015), asociados al genotipo más representativo de la localidad, suelo, manejo del cultivo (ciclo largo) y contenido de agua inicial 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

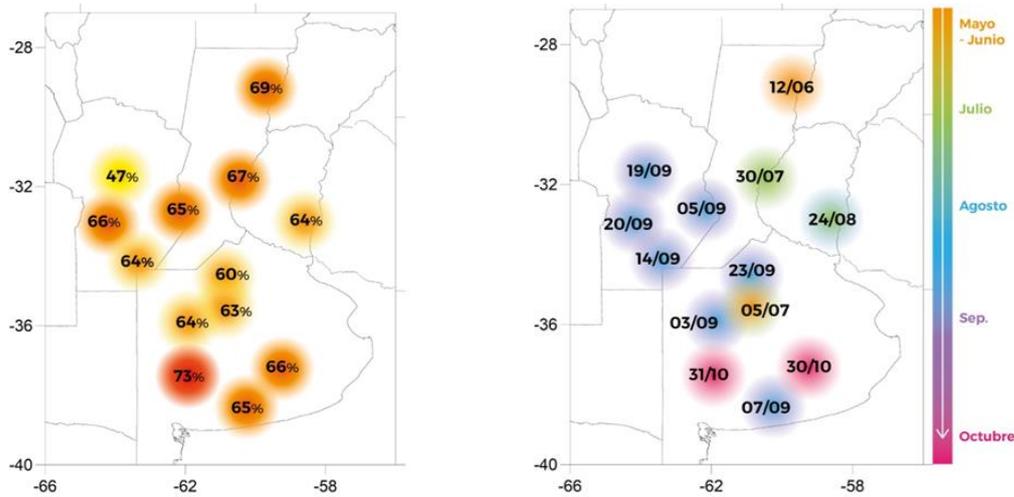
Inicialmente se evaluaron los períodos sensibles del rendimiento de trigo. En la Figura 5 se presentan las correlaciones entre la precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con distintos contenidos de agua inicial, para distintas localidades que sintetizan el comportamiento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

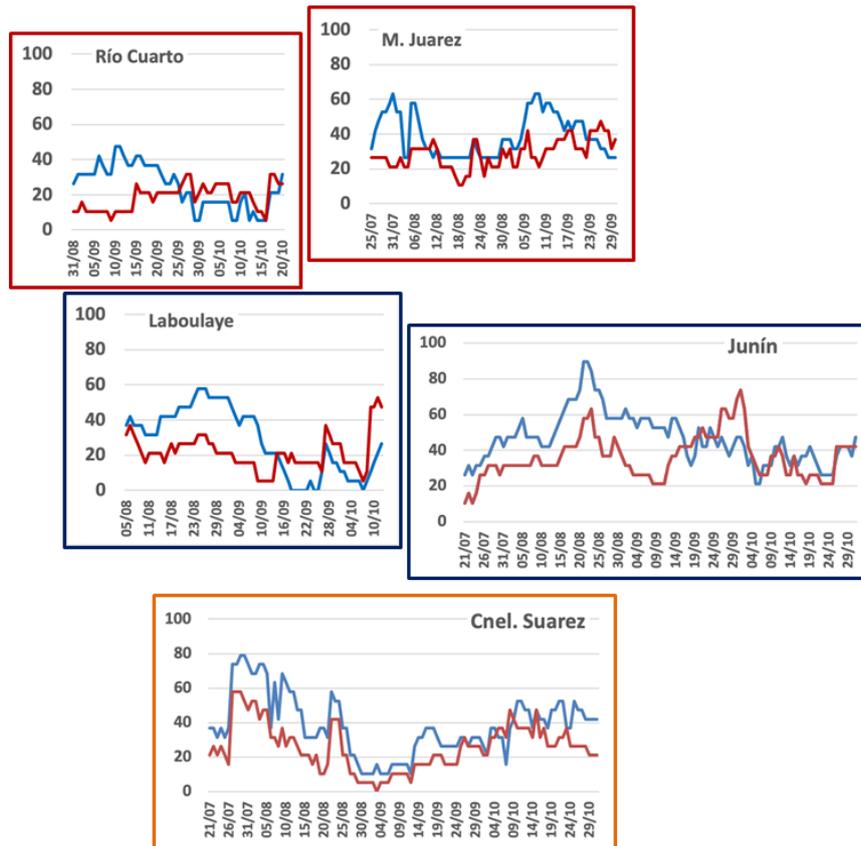


**Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).**

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.

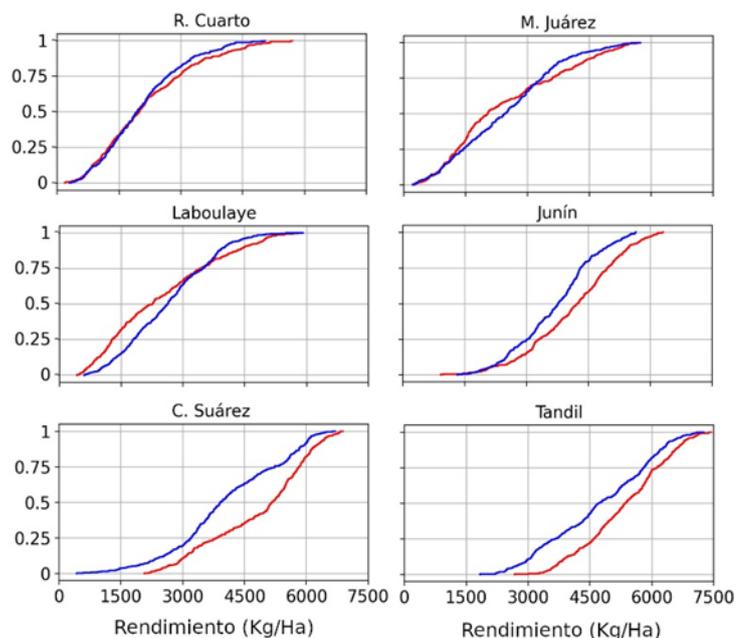
Finalmente, se analizó la señal de los eventos ENOS en estos períodos de escasas precipitaciones asociados a bajos rendimientos y en la distribución total de los rendimientos. En la Figura 7 se presentan las probabilidades de bajos rendimientos discriminados por eventos ENOS. Las mayores diferencias 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, 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](http://www.smn.gob.ar)



1983/2023 - 40 años de democracia