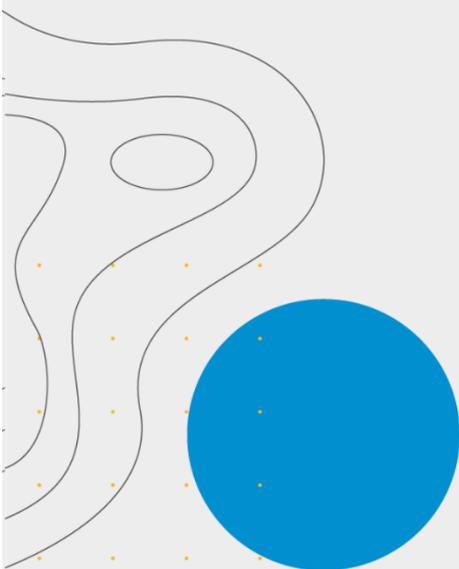


# Boletín agrometeorológico mensual

# ABRIL 2023

Volumen IV  
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 . . . . . 12
- 2.6 Mapas de temperatura. . . . . 13
- 2.7 Índice de temperatura y humedad. . . . . 13

## 3. Precipitación

- 3.1 Precipitación acumulada 1ra década. . . . . 14
- 3.2 Precipitación acumulada 2da década . . . . . 15
- 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

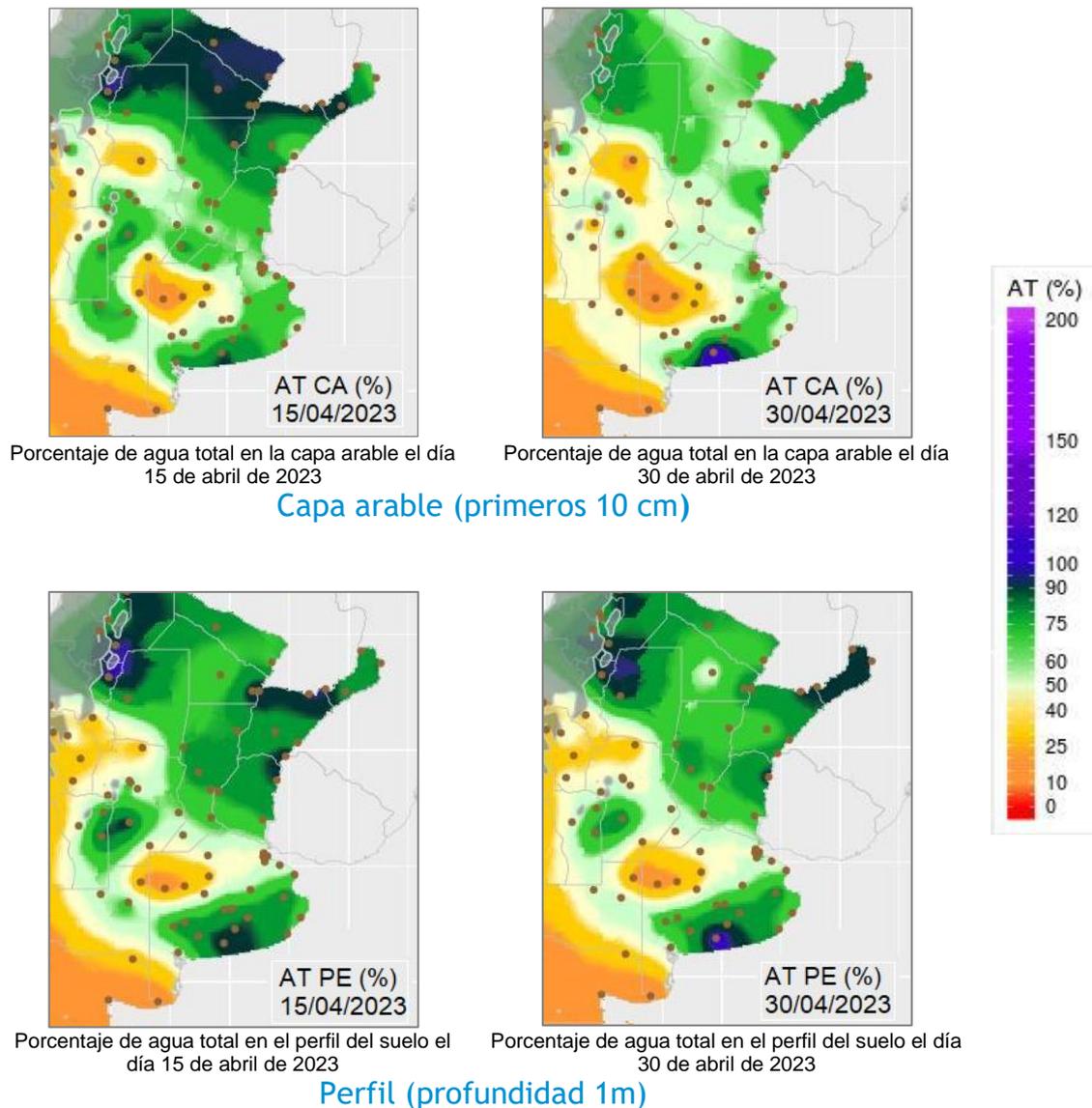
## 5. Pronóstico de rendimiento - ProRindes

- 5.1 Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja tardíos. . . . . 21  
(fecha de inicio: 30/04/2023)

- Definición y abreviaturas de parámetros empleados . . . . . 22
- Anexo: informe técnico sobre ProRindes . . . . . 24

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

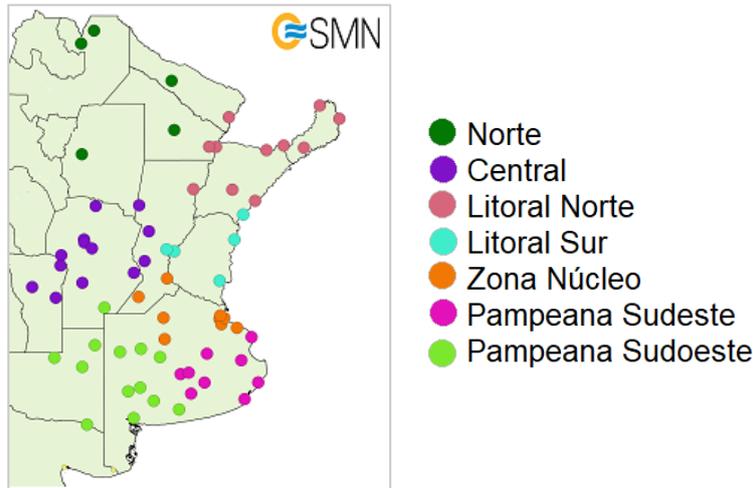
Finalizó la cosecha de girasol en el sur de la región Pampeana. Avanza la cosecha de maíz y soja de primera ocupación, con rendimientos variables según las zonas y destinando un porcentaje de los granos a reservas forrajeras. Las variedades de maíz y soja tardía transitan diferentes etapas de desarrollo, desde floración hasta final del ciclo. Prosigue la cosecha de sorgo granífero.



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

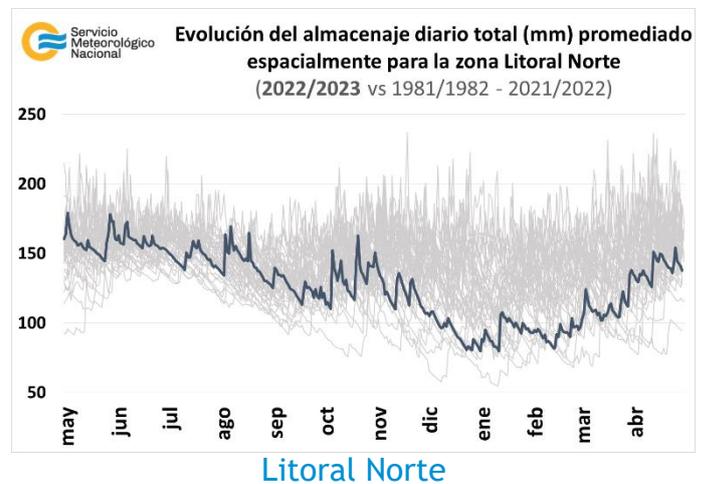
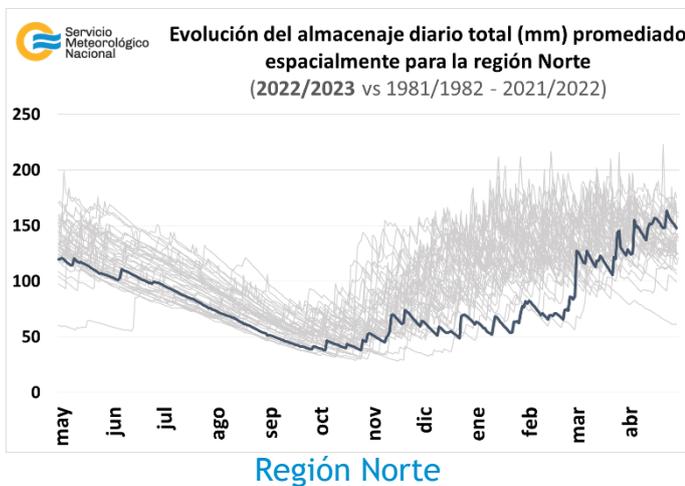
A continuación se presenta la evolución del almacenaje (BHOA) en el último año frente al periodo 1981-2021. Cada gráfico representa una zona del país, y los datos fueron obtenidos promediando los valores de las estaciones disponibles en la zona, según puede verse en el mapa:



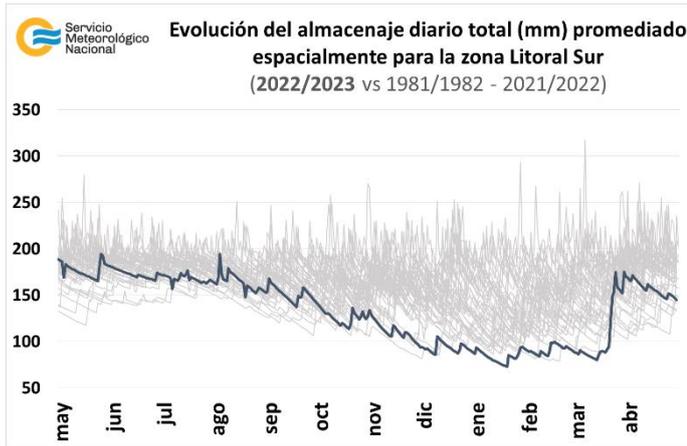
En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

En la región Norte se produjeron precipitaciones a lo largo del mes, favoreciendo la recarga de humedad en el perfil del suelo. El almacenaje de agua en el suelo presenta una tendencia positiva y se encuentra entre los valores más altos desde 1981.

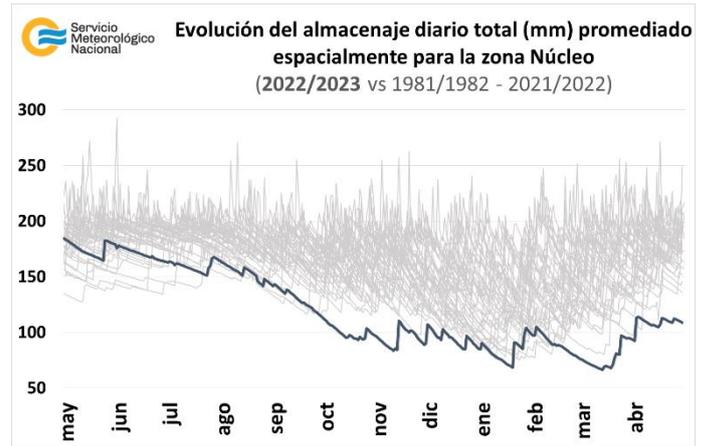
En la zona Litoral Norte el contenido de agua en el suelo continuó en aumento gracias a las precipitaciones recibidas, que fueron escasas pero continuas a lo largo del mes.



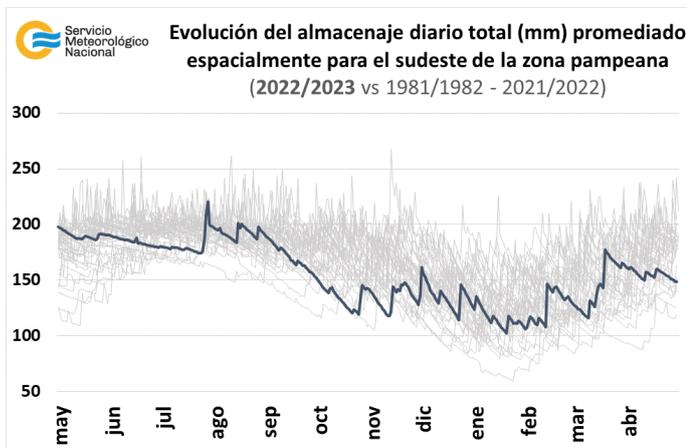
En el Litoral Sur las precipitaciones han sido escasas y los suelos perdieron humedad. El sector norte de esta región se encuentra en mejores condiciones hídricas que el sector. En la zona Núcleo las lluvias fueron muy pobres y el contenido de agua en el suelo presenta los valores más bajos desde 1981, a lo largo de todo el mes. En el sur de la pradera Pampeana las precipitaciones recibidas fueron escasas y las condiciones hídricas en la región son mayormente regulares. La región central presenta una leve disminución en la humedad edáfica, ya que las precipitaciones recibidas han sido escasas.



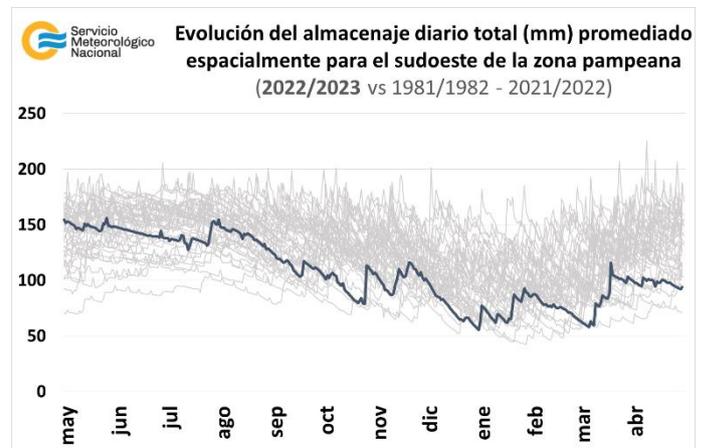
Litoral Sur



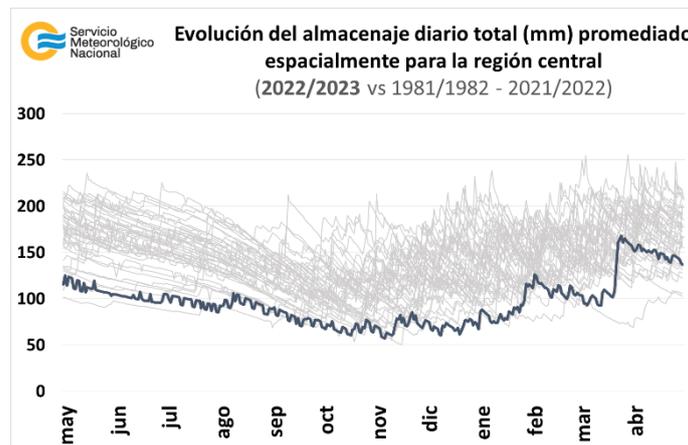
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

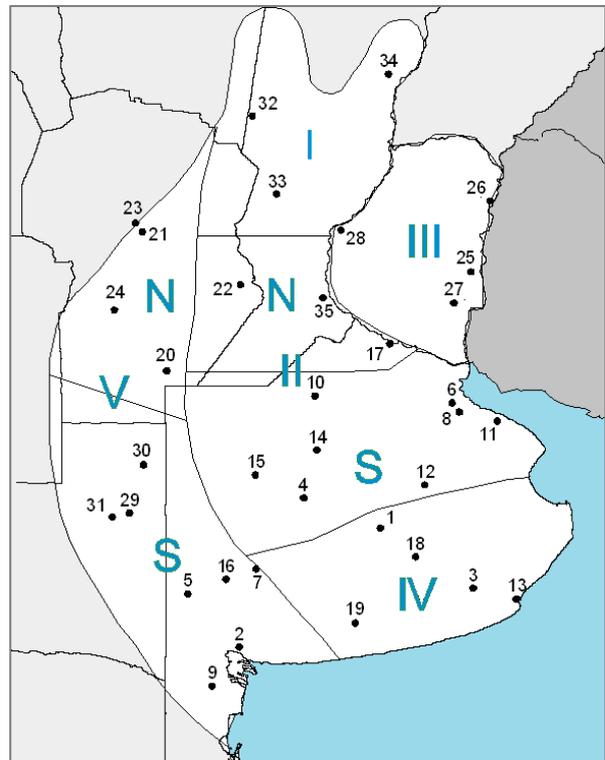


Región Central

## 1.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS POR REGIONES.

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

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



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

**REGIÓN I:** continúa la cosecha de maíz de primera ocupación con destino a forraje o consumo animal directo. Los maizales de siembra tardía se hallan en la etapa de llenado de los granos. Avanza la cosecha de soja con rendimientos de regulares a malos. Los sorgos alcanzaron la madurez comercial bajo condiciones de estrés hídrico y térmico.

**REGIÓN II NORTE:** avanza la cosecha de maíz de primera siembra con destino a consumo animal. Los maizales de segunda ocupación se observan en etapa de llenado de granos, aunque algunos lotes no llegaron a fructificar, afectados por las heladas y habiendo sufrido necrosis foliar. Continúa la recolección de soja de primera ocupación, obteniéndose rindes de regulares a malos según las zonas. La soja tardía alcanzó la madurez fisiológica. Prosigue la recolección de sorgo, obteniéndose rindes variables según las zonas, mientras que los lotes más tardíos transitan la fase de llenado de los granos.

**REGIÓN II SUR:** avanza la cosecha del maíz de primera ocupación con destino a reservas forrajeras, principalmente. Los maizales tardíos alcanzaron la madurez y se encuentran en proceso de pérdida de humedad. Prosigue la cosecha de soja de primera ocupación con rendimientos variables según las zonas, mientras que los lotes de segunda se observan en el final de su ciclo de desarrollo. Continúa la cosecha de sorgo, con rendimientos variables según las zonas.

**REGIÓN III:** avanza la cosecha de maíz, con rendimientos dispares según las zonas. Los lotes de siembra tardía transitan la etapa de llenado de los granos o la madurez. Prosigue la cosecha de soja de primera ocupación, obteniéndose rendimientos bajos y calidad de grano regular o malo. La soja tardía se visualiza en diferentes estados fenológicos, desde floración hasta final del ciclo. Continúa la cosecha de sorgo, con rendimientos variables según las zonas.

**REGIÓN IV:** la cosecha de girasol se da prácticamente por finalizada, resta la trilla de algunos lotes puntuales. Avanza la cosecha de maíz de primera siembra con destino a reservas forrajeras. Los lotes tardíos se hallan en etapa de pérdida de humedad de granos. Avanza la cosecha de soja, con los mejores rindes ubicados en la zona costera de la región.

**REGIÓN V NORTE:** finalizó la cosecha de girasol. Prosigue la recolección de maíz de primera ocupación, mientras que las variedades tardías se hallan fenológicamente en etapa de llenado de granos o madurez. El sorgo se encuentra mayormente en fase de llenado de granos o madurez fisiológica, mientras que comenzó el picado de algunos lotes para ensilar.

**REGIÓN V SUR:** avanza la cosecha de maíz de primera ocupación, mientras que los lotes tardíos transitan la etapa de llenado de los granos o la madurez. Prosigue la cosecha de soja de primera siembra con rendimientos variables según las zonas, en tanto los lotes tardíos se visualizan en etapa de floración, fructificación o llenado de vainas.

## 2. INFORME DE TEMPERATURA

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

### 2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas, que en el promedio de los 10 días no superaron los 32 °C, resultaron mayoritariamente superiores a las normales, con los máximos apartamientos en la zona central y centro-oeste del territorio. En dicha región las temperaturas mínimas medias mostraron similar comportamiento, aunque con desvíos algo menores, y se registraron núcleos de anomalías negativas localizados en el norte de Corrientes, el este de Buenos Aires y en el sudeste de la Patagonia.

En La Pampa y casi todo el territorio de Buenos Aires, con excepción del norte y el área metropolitana, se alcanzaron temperaturas inferiores a los 3 °C al nivel del suelo y se registraron heladas en las localidades del centro-sur de esta provincia en un día al inicio de la década.

## DÉCADA1 ABRIL 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	23.7	27.6	27.0	9.7	1.1	1.0	16.7	15.3	1.4
Bahia Blanca	Buenos Aires	25.8	31.4	27.0	12.4	3.5	1.0	19.1	16.6	2.5
Bolívar	Buenos Aires	26.3	30.1	27.0	11.4	1.6	1.0	18.8	16.1	2.7
Coronel Suarez	Buenos Aires	24.7	29.1	27.0	10.7	2.1	1.0	17.7	14.8	2.9
Ezeiza	Buenos Aires	25.1	28.6	28.0	13.6	6.2	1.0	19.4	18.4	1.0
Junín	Buenos Aires	26.7	29.7	27.0	12.4	5.0	1.0	19.5	17.4	2.1
La Plata	Buenos Aires	24.2	28.2	28.0	12.9	6.2	1.0	18.6	17.8	0.8
Las Flores	Buenos Aires	24.2	28.5	27.0	12.0	3.0	1.0	18.1	16.7	1.4
Mar Del Plata	Buenos Aires	23.1	27.5	27.0	10.6	5.1	5.0	16.9	15.9	1.0
Nueve de Julio	Buenos Aires	26.9	30.9	27.0	12.8	4.9	1.0	19.8	17.1	2.7
Pehuajó	Buenos Aires	27.6	31.0	27.0	12.0	2.8	1.0	19.8	16.7	3.1
Pigüé	Buenos Aires	24.3	28.7	27.0	11.1	4.4	1.0	17.7	14.9	2.8
Tandil	Buenos Aires	23.2	27.0	27.0	8.1	0.6	1.0	15.6	14.9	0.7
Tres Arroyos	Buenos Aires	24.8	28.7	27.0	11.7	3.4	1.0	18.3	15.6	2.7
Laboulaye	Córdoba	28.4	32.0	28.0	13.4	6.5	1.0	20.9	17.3	3.6
Marcos Juárez	Córdoba	28.5	31.3	28.0	13.6	9.3	1.0	21.1	18.4	2.7
Pilar	Córdoba	26.5	30.2	28.0	16.1	13.0	1.0	21.3	18.3	3.0
Río Cuarto	Córdoba	26.2	29.4	27.0	14.9	12.0	1.0	20.6	17.5	3.1
Concordia	Entre Ríos	26.0	28.4	28.0	15.5	11.5	1.0	20.8	20.4	0.4
Gualeguaychú	Entre Ríos	25.8	28.5	28.0	14.4	6.7	1.0	20.1	19.4	0.7
Paraná	Entre Ríos	26.5	28.3	28.0	15.4	10.2	1.0	21.0	19.6	1.4
General Pico	La Pampa	28.1	31.7	27.0	13.4	7.0	1.0	20.8	17.4	3.4
Santa Rosa	La Pampa	27.5	31.3	27.0	12.5	6.7	1.0	20.0	16.6	3.4
Ceres	Santa Fe	27.7	31.3	23.4	16.9	13.6	9.0	22.3	20.3	2.0
Reconquista	Santa Fe	27.9	33.7	26.5	17.3	14.8	10.0	22.6	21.6	1.0
Rosario	Santa Fe	26.1	28.6	23.0	14.3	6.9	1.0	20.2	19.1	1.1

## 2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas se mantuvieron por debajo de los valores normales, presentando desvíos negativos tanto de temperatura mínima como máxima, en líneas generales, a causa de la persistencia de condiciones meteorológicas inestables.

A comienzo del período analizado, se observó el ingreso de un pulso de aire frío pos frontal que favoreció a la ocurrencia de bajas temperaturas a nivel del suelo y heladas meteorológicas en el sur de la región central.

## DÉCADA 2 ABRIL 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	19.1	26.3	28.6	6.0	-0.4	14.0	12.6	13.9	-1.3
Bahía Blanca	Buenos Aires	19.6	29.0	23.5	7.8	0.1	14.0	13.7	15.1	-1.4
Bolívar	Buenos Aires	21.0	29.1	28.6	7.3	1.0	14.0	14.1	14.9	-0.8
Coronel Suarez	Buenos Aires	19.0	25.8	23.5	6.1	-1.4	14.0	12.5	13.3	-0.8
Ezeiza	Buenos Aires	21.5	30.6	28.6	9.1	4.1	14.0	15.3	17.2	-1.9
Junín	Buenos Aires	21.6	30.7	28.6	9.3	4.5	20.0	15.5	16.2	-0.7
La Plata	Buenos Aires	20.5	28.2	28.6	9.3	3.9	20.0	14.9	16.5	-1.6
Las Flores	Buenos Aires	20.1	29.5	28.6	7.4	2.8	20.0	13.8	15.4	-1.6
Mar Del Plata	Buenos Aires	18.7	26.0	28.6	7.2	2.8	15.0	13.0	14.7	-1.7
Nueve de Julio	Buenos Aires	21.8	30.6	28.6	9.0	4.7	14.0	15.4	15.9	-0.5
Pehuajó	Buenos Aires	21.7	30.2	28.6	7.9	-0.2	14.0	14.8	15.5	-0.7
Pigüé	Buenos Aires	18.2	25.2	23.5	6.8	0.3	13.0	12.5	13.5	-1.0
Tandil	Buenos Aires	18.4	25.5	28.6	5.1	0.5	14.0	11.8	13.5	-1.7
Tres Arroyos	Buenos Aires	18.0	24.1	23.5	7.6	3.8	14.0	12.8	14.1	-1.3
Laboulaye	Córdoba	22.5	30.6	28.6	9.5	4.3	18.0	16.0	16.2	-0.2
Marcos Juárez	Córdoba	23.1	31.9	28.6	9.6	4.5	17.0	16.4	17.2	-0.8
Pilar	Córdoba	22.9	30.4	28.6	11.9	7.5	18.0	17.4	17.4	0.0
Río Cuarto	Córdoba	21.2	29.5	28.6	10.5	4.2	18.0	15.8	16.6	-0.8
Concordia	Entre Ríos	23.1	30.4	28.6	12.4	6.1	20.0	17.8	19.0	-1.2
Gualeduaychú	Entre Ríos	21.7	30.7	28.6	10.5	3.5	20.0	16.1	18.0	-1.9
Paraná	Entre Ríos	22.9	30.5	28.6	12.0	8.9	17.0	17.5	18.3	-0.8
General Pico	La Pampa	21.2	28.0	23.5	9.1	3.0	13.0	15.2	16.2	-1.0
Santa Rosa	La Pampa	20.8	28.2	23.5	9.6	3.6	13.0	15.2	15.3	-0.1
Ceres	Santa Fe	24.8	32.0	28.6	13.6	9.0	20.0	19.2	18.9	0.3
Reconquista	Santa Fe	25.5	34.0	28.6	14.9	8.7	20.0	20.2	20.2	0.0
Rosario	Santa Fe	22.1	30.7	28.6	10.2	5.3	20.0	16.1	17.7	-1.6

### 2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas, a diferencia de la década previa, fueron superiores a las normales en la mayor parte del país. En el noreste del territorio predominan anomalías negativas de temperatura mínima.

## DÉCADA 3 ABRIL 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	22.8	27.5	26.9	8.5	3.6	27.0	15.7	12.8	2.9
Bahía Blanca	Buenos Aires	23.7	28.5	26.9	9.9	3.4	23.0	16.8	13.6	3.2
Bolívar	Buenos Aires	25.3	30.2	26.9	9.4	6.2	23.0	17.3	13.6	3.7
Coronel Suarez	Buenos Aires	22.7	28.2	26.9	7.2	4.4	23.0	14.9	12.0	2.9
Ezeiza	Buenos Aires	24.7	27.6	26.9	13.9	9.8	21.0	19.3	15.7	3.6
Junín	Buenos Aires	26.0	29.6	26.9	11.1	8.2	21.0	18.5	14.8	3.7
La Plata	Buenos Aires	23.8	26.5	27.0	13.3	9.6	22.0	18.5	15.1	3.4
Las Flores	Buenos Aires	23.4	28.0	28.8	11.2	6.5	23.0	17.3	14.1	3.2
Mar Del Plata	Buenos Aires	21.3	26.5	26.9	12.0	8.7	21.0	16.7	13.4	3.3
Nueve de Julio	Buenos Aires	25.9	30.0	26.9	11.6	8.3	21.0	18.8	14.6	4.2
Pehuajó	Buenos Aires	25.7	30.2	26.9	9.8	7.2	22.0	17.8	14.1	3.7
Pigüé	Buenos Aires	22.1	26.4	26.9	9.2	5.5	22.0	15.7	12.1	3.6
Tandil	Buenos Aires	21.9	26.4	26.9	7.6	5.5	23.0	14.8	12.4	2.4
Tres Arroyos	Buenos Aires	22.2	27.2	26.9	10.1	3.2	23.0	16.2	12.9	3.3
Laboulaye	Córdoba	26.4	30.6	27.0	10.6	7.4	22.0	18.5	14.9	3.6
Marcos Juárez	Córdoba	26.5	30.4	28.8	11.1	6.0	21.0	18.8	16.0	2.8
Pilar	Córdoba	25.9	30.2	28.8	12.8	9.2	21.0	19.3	16.3	3.0
Río Cuarto	Córdoba	24.2	29.3	26.9	11.6	8.4	21.0	17.9	15.4	2.5
Concordia	Entre Ríos	25.4	31.8	30.8	13.8	9.0	21.0	19.6	17.7	1.9
Gualeguaychú	Entre Ríos	25.3	29.3	30.8	12.3	7.3	21.0	18.8	16.6	2.2
Paraná	Entre Ríos	24.7	31.7	30.8	14.0	8.0	21.0	19.4	17.1	2.3
General Pico	La Pampa	26.4	32.0	28.8	10.4	7.4	25.0	18.4	14.9	3.5
Santa Rosa	La Pampa	24.6	28.6	28.8	9.9	5.9	23.0	17.3	13.7	3.6
Ceres	Santa Fe	25.6	32.2	30.8	14.0	9.5	21.0	19.8	18.1	1.7
Reconquista	Santa Fe	26.9	34.0	30.8	14.6	11.0	21.0	20.7	19.3	1.4
Rosario	Santa Fe	24.9	31.2	30.8	12.0	9.4	21.0	18.5	16.4	2.1

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

MED: valor medio	CAL: calificación
ABS: valor absoluto	MA: muy alta
DÍA: fecha en que se registró el valor absoluto	A: alta
SD: sin datos	N: normal
PRO: valor promedio del período 1981-2010	B: baja
DN: desvío del promedio	MB: muy baja

## 2.4 HELADAS

### PRIMERA HELADA ABRIL 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	01/01	25/03	14/04	29/04	01/04
Bahía Blanca	Buenos Aires	13/01	13/04	-	11/05	-
Balcarce	Buenos Aires	-	04/05	-	04/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	01/01	09/04	-	17/05	18/02
Bordenave	Buenos Aires	SD	19/03	SD	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	-	02/05	-	05/06	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	01/01	18/03	13/04	24/04	01/04
Ezeiza	Buenos Aires	-	06/05	-	08/06	x
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	13/04	SD	12/05	SD
Junín	Buenos Aires	-	25/04	-	21/05	18/02
La Plata	Buenos Aires	-	10/05	-	09/06	-
Las Flores	Buenos Aires	01/01	15/04	-	17/05	x
Mar Del Plata	Buenos Aires	15/01	16/04	-	22/05	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	-	10/05	-	06/06	x
Pehuajó	Buenos Aires	01/01	25/04	14/04	23/05	-
Pigüé	Buenos Aires	13/01	26/03	-	27/04	13/04
San Pedro	Buenos Aires	-	04/05	-	10/06	-
Tandil	Buenos Aires	01/01	08/03	-	30/04	01/04
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	-	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	-
Gualeguaychú	Entre Ríos	-	14/05	-	11/06	x
Paraná	Entre Ríos	-	11/06	-	27/06	x
Anguil	La Pampa	-	29/03	-	25/04	SD
General Pico	La Pampa	13/01	23/04	-	17/05	-
Santa Rosa	La Pampa	-	14/04	-	11/05	-
Ceres	Santa Fe	-	22/05	-	17/06	-
Rafaela	Santa Fe	SD	08/05	SD	05/06	SD
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 1991-2030.

**5suelo<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

### ABRIL 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	151.5	1957.2	76.0	1370.7	0
Bahia Blanca	Buenos Aires	197.7	2233.8	114.7	1626.4	1
Bolívar	Buenos Aires	202.8	2230.8	120.8	1619.1	2
Coronel Suarez	Buenos Aires	156.6	1994.1	78.7	1402.4	0
Ezeiza	Buenos Aires	239.5	2695.1	150.8	2069.2	1
Junín	Buenos Aires	235.3	2572.0	147.1	1944.0	1
La Plata	Buenos Aires	220.0	2495.1	131.8	1873.2	0
Las Flores	Buenos Aires	191.5	2272.2	109.0	1660.5	0
Mar Del Plata	Buenos Aires	165.4	1766.9	85.2	1188.4	0
Nueve de Julio	Buenos Aires	240.2	2577.0	152.7	1947.4	2
Pehuajó	Buenos Aires	224.1	2421.0	141.3	1801.8	3
Pigüé	Buenos Aires	163.4	1991.6	83.9	1397.6	0
Tandil	Buenos Aires	123.2	1772.5	53.8	1202.7	0
Tres Arroyos	Buenos Aires	172.7	2137.7	92.5	1534.2	0
Laboulaye	Córdoba	254.3	2552.2	166.8	1923.6	6
Marcos Juárez	Córdoba	262.5	2591.7	172.5	1964.7	4
Pilar	Córdoba	280.2	2744.4	190.2	2111.7	3
Río Cuarto	Córdoba	242.5	2523.8	154.0	1897.6	0
Concordia	Entre Ríos	281.9	2936.3	191.9	2304.2	2
Gualedguaychú	Entre Ríos	250.2	2783.1	160.2	2154.4	1
Paraná	Entre Ríos	278.1	2954.2	188.1	2319.8	2
General Pico	La Pampa	244.0	2492.2	159.1	1871.1	4
Santa Rosa	La Pampa	224.9	2450.7	139.9	1828.2	2
Ceres	Santa Fe	312.8	3060.4	222.8	2424.7	4
Reconquista	Santa Fe	334.7	3181.9	244.7	2545.9	5
Rosario	Santa Fe	247.3	2758.6	157.3	2127.4	2

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

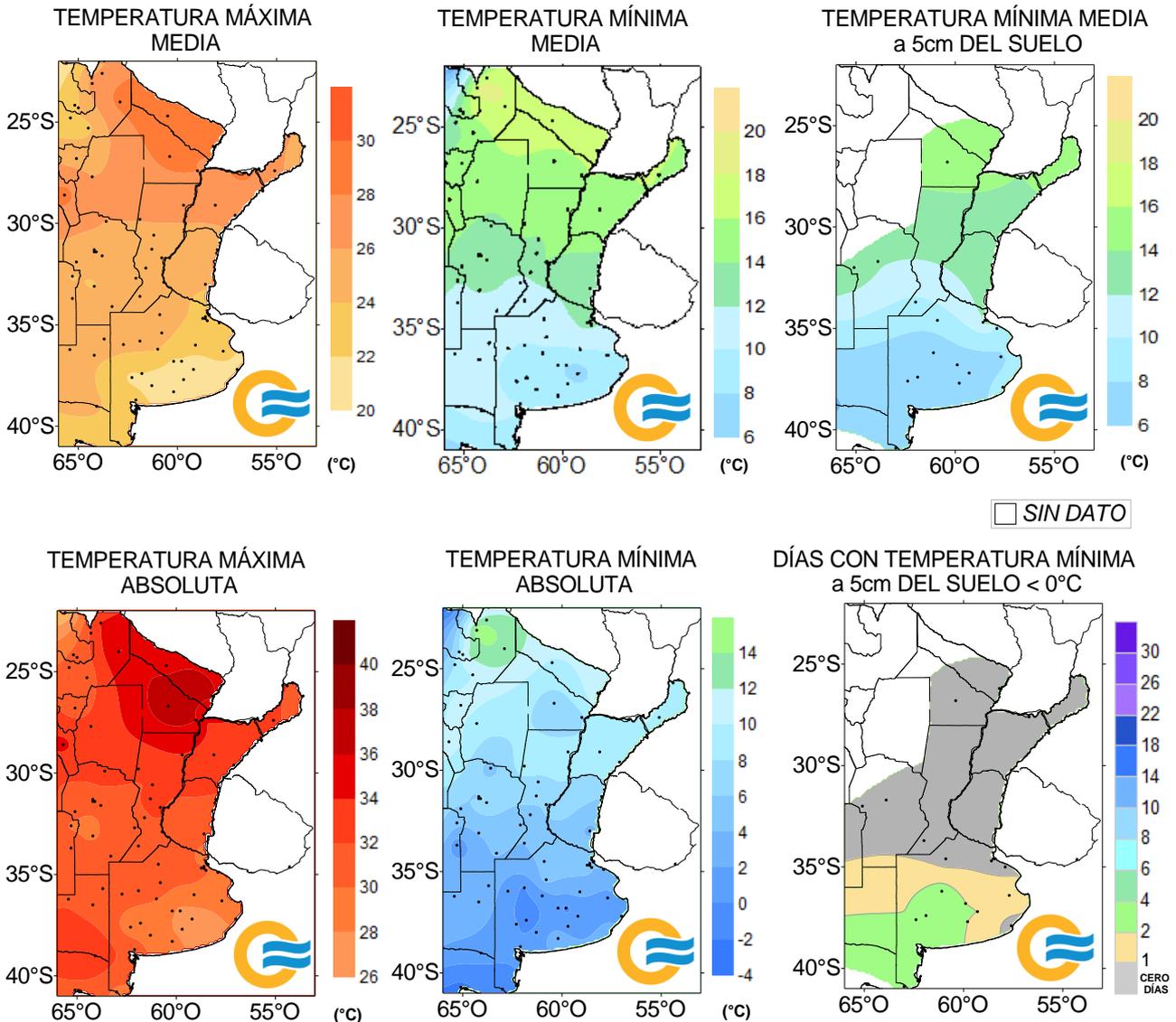
MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.

## 2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

**ABRIL 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:

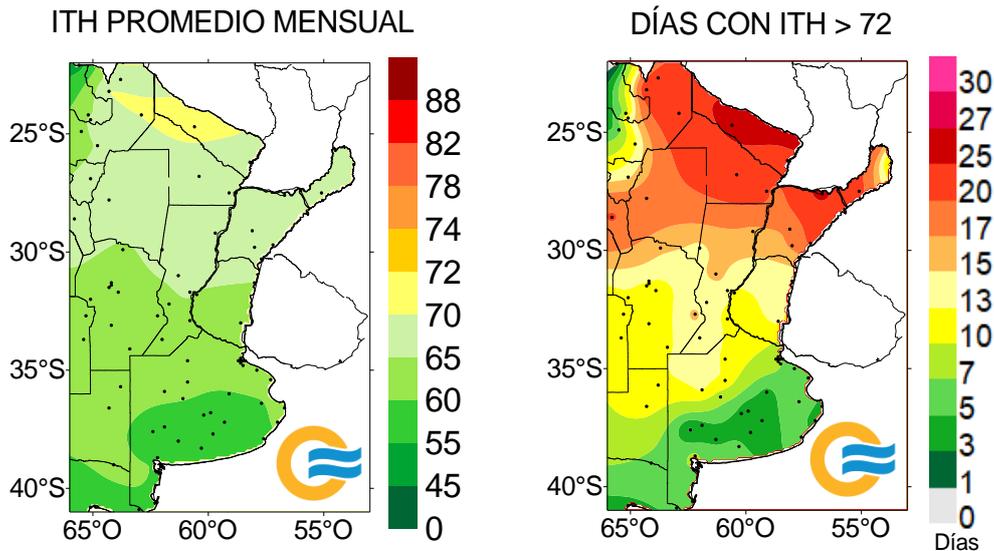
- 1- **mayor a 72** la producción de leche comienza a ser afectada.
- 2- **alerta, ITH entre 74 - 78**, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales.

**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 abril las temperaturas son más templadas por lo que se reduce la cantidad de días con ITH superior al umbral de discomfort. En la zona del noreste del país se superó a este umbral en más de 20 días, principalmente en el horario de la temperatura máxima diaria.

## ABRIL 2023



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 abril de 2023.

#### 3.1 PRIMERA DÉCADA

Los diversos frentes débiles que atravesaron el sur de la Patagonia dejaron algunas precipitaciones cercanas a la mediana. Hacia el final del periodo, el avance de un frente frío desde el océano Pacífico sur hasta el centro del país generó precipitaciones en La Pampa principalmente. En el centro y norte del país, las lluvias que se registraron fueron mayormente deficitarias por el predominio de condiciones anticiclónicas, mientras que en el NOA y el norte de la región central los montos superaron a la mediana del periodo de referencia 1981-2010.

Las lluvias de esta década favorecieron la recarga de humedad en el perfil edáfico en el este de la región del NOA, mientras que las zonas del centro y sur del Litoral perdieron humedad.

En el sudeste de la provincia de Buenos Aires disminuyó el contenido de humedad, prevaleciendo ahora la condición regular de los suelos, y se destacan las condiciones de sequía grave a absoluta que persisten en la zona núcleo productiva y central.

## DÉCADA 1 ABRIL 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.0	-33.2	0	-	-
Bahía Blanca	Buenos Aires	31.0	11.3	2	27.0	9
Bolívar	Buenos Aires	12.0	-31.2	1	12.0	2
Coronel Suarez	Buenos Aires	0.0	-27.7	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	17.0	-22.1	1	17.0	2
Junín	Buenos Aires	48.0	-9.9	1	48.0	2
La Plata	Buenos Aires	17.0	-25.1	1	17.0	2
Las Flores	Buenos Aires	25.0	-27.9	1	25.0	2
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.0	-35.0	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	5.0	-47.6	1	5.0	2
Pehuajó	Buenos Aires	0.0	-37.0	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	0.0	-29.2	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	0.0	-38.1	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	11.0	-15.3	2	9.0	9
Laboulaye	Córdoba	0.6	-37.6	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-46.0	0	-	-
Pilar	Córdoba	0.0	-31.5	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	28.0	-5.9	1	28.0	6
Concordia	Entre Ríos	10.0	-49.1	1	10.0	3
Gualedguaychú	Entre Ríos	3.0	-37.6	1	3.0	2
Paraná	Entre Ríos	14.6	-43.6	1	14.0	3
General Pico	La Pampa	19.0	-16.2	1	19.0	6
Santa Rosa	La Pampa	63.0	40.7	1	63.0	6
Ceres	Santa Fe	74.0	24.1	1	74.0	3
Reconquista	Santa Fe	12.2	-43.0	1	12.0	3
Rosario	Santa Fe	7.0	-39.2	1	7.0	3

### 3.2 SEGUNDA DÉCADA

El pasaje de un frente frío por el noreste de la Patagonia y por la Provincia de Buenos Aires generó precipitaciones en las áreas cercanas a costa bonaerense. Este sistema continuó su desplazamiento hacia la región del noreste del país con lluvias de variada intensidad asociadas. A partir del día 16/4 un frente caliente afectó el norte y noreste del país mientras que un segundo frente frío dejó lluvias y lloviznas en el este de la provincia de Buenos Aires. Los principales acumulados de precipitación se registraron en Posadas (91 mm); Ituzaingó (85 mm); Tucumán (83,9 mm); Formosa (73,0 mm); Las Lomitas (57 mm); Iguazú (49 mm); Presidencia Roque Sáenz Peña (48 mm); Corrientes (46,3 mm); Resistencia (37 mm); Tres Arroyos (28 mm); Benito Juárez (27,7 mm) y Mar del Plata (24 mm).

Se registró un leve aumento de la cantidad de agua almacenada en el suelo en el norte y noreste del país, sudoeste de Cuyo y sudeste de la provincia de Buenos Aires, debido a las precipitaciones acaecidas en dichas zona, mientras que en el sur del Litoral se observó un descenso de la humedad contenida en el suelo. Según el modelo de balance hídrico analizado, la región central y norte del país continúan en promedio bajo condiciones de sequía grave, con algunas zonas puntuales en donde el índice presenta valores de regulares a leves excesos.

## DÉCADA 2 ABRIL 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	17.0	-19.3	2	12.0	17
Bahía Blanca	Buenos Aires	13.9	-6.4	1	12.0	16
Bolívar	Buenos Aires	2.1	-35.9	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	10.0	-11.5	2	6.0	17
Ezeiza	Buenos Aires	14.2	-17.0	1	12.0	17
Junín	Buenos Aires	9.6	-23.8	1	8.0	17
La Plata	Buenos Aires	7.3	-24.8	1	6.0	17
Las Flores	Buenos Aires	11.0	-27.8	2	7.0	17
Mar Del Plata	Buenos Aires	24.0	-15.1	3	15.0	11
Nueve de Julio	Buenos Aires	12.9	-27.6	2	7.0	17
Pehuajó	Buenos Aires	5.3	-22.5	1	4.0	17
Pigüé	Buenos Aires	15.0	-7.4	2	11.0	17
Tandil	Buenos Aires	22.8	-12.3	2	12.0	11
Tres Arroyos	Buenos Aires	28.0	-0.1	4	13.0	17
Laboulaye	Córdoba	3.0	-18.1	1	3.0	17
Marcos Juárez	Córdoba	4.1	-28.1	1	3.0	12
Pilar	Córdoba	9.3	-6.4	1	8.0	12
Río Cuarto	Córdoba	21.0	7.3	3	11.0	17
Concordia	Entre Ríos	11.0	-45.9	2	8.0	12
Gualeduaychú	Entre Ríos	11.3	-27.9	3	5.0	14
Paraná	Entre Ríos	1.0	-34.2	0	-	-
General Pico	La Pampa	3.6	-16.4	1	3.0	16
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-15.6	0	-	-
Ceres	Santa Fe	3.0	-25.9	1	3.0	12
Reconquista	Santa Fe	19.2	-33.4	1	19.0	12
Rosario	Santa Fe	11.0	-28.3	2	7.0	17

### 3.3 TERCERA DÉCADA

## DÉCADA 3 ABRIL 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.1	-21.0	0	-	-
Bahía Blanca	Buenos Aires	3.0	-10.3	1	2.0	29
Bolívar	Buenos Aires	0.0	-25.5	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	7.6	-13.0	1	7.0	30
Ezeiza	Buenos Aires	10.0	-20.4	2	6.0	25
Junín	Buenos Aires	0.0	-36.2	0	-	-
La Plata	Buenos Aires	4.0	-21.4	1	4.0	30
Las Flores	Buenos Aires	6.0	-17.8	1	6.0	30
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.7	-22.6	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	0.0	-25.0	0	-	-
Pehuajó	Buenos Aires	0.0	-26.4	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	1.0	-19.4	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	0.1	-20.2	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	45.0	26.3	2	26.0	29
Laboulaye	Córdoba	0.0	-29.4	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-29.1	0	-	-
Pilar	Córdoba	0.0	-17.7	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-19.3	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	45.0	-12.2	3	27.0	24
Gualedguaychú	Entre Ríos	6.0	-38.6	2	4.0	24
Paraná	Entre Ríos	2.0	-41.3	1	2.0	24
General Pico	La Pampa	0.5	-23.8	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	1.9	-23.9	0	-	-
Ceres	Santa Fe	25.0	2.7	2	15.0	23
Reconquista	Santa Fe	7.0	-26.7	2	5.0	30
Rosario	Santa Fe	7.0	-27.4	2	5.0	24

Durante los primeros días de esta década, el predominio de un sistema de alta presión sobre el centro del país generó condiciones de buen tiempo, sin precipitaciones. El día 23/4 la presencia de un sistema de baja presión sobre el norte del territorio produjo lluvias y tormentas en las provincias del Norte y NOA, la precipitación más alta de este día se observó en Santiago del Estero (60 mm).

En los días subsiguientes la presencia de un sistema frontal en la zona del Litoral generó precipitaciones en toda esa zona (su rama fría) y en Buenos Aires (su rama cálida), las lluvias más altas se registraron en Iguazú (47 mm el 25/4 y 36 mm el 24/4), Bernardo de Irigoyen (44 mm el 25/4) y Oberá (37 mm el 25/4).

En los últimos días de abril el sucesivo pasaje de frentes fríos por la Patagonia dio lugar a frecuentes precipitaciones, algunos de los registros pluviométricos fueron: 29 mm en Chapelco el 28/4, 22 mm en El Bolsón el 28/4 y 21 mm en San Julián el 29/4.

En los 10 días de la década se registraron precipitaciones en casi todo el país, éstas fueron abundantes principalmente en el NOA y todo el oeste del territorio. El NOA y oeste de la Patagonia presentaron la mayor frecuencia de días con lluvia.

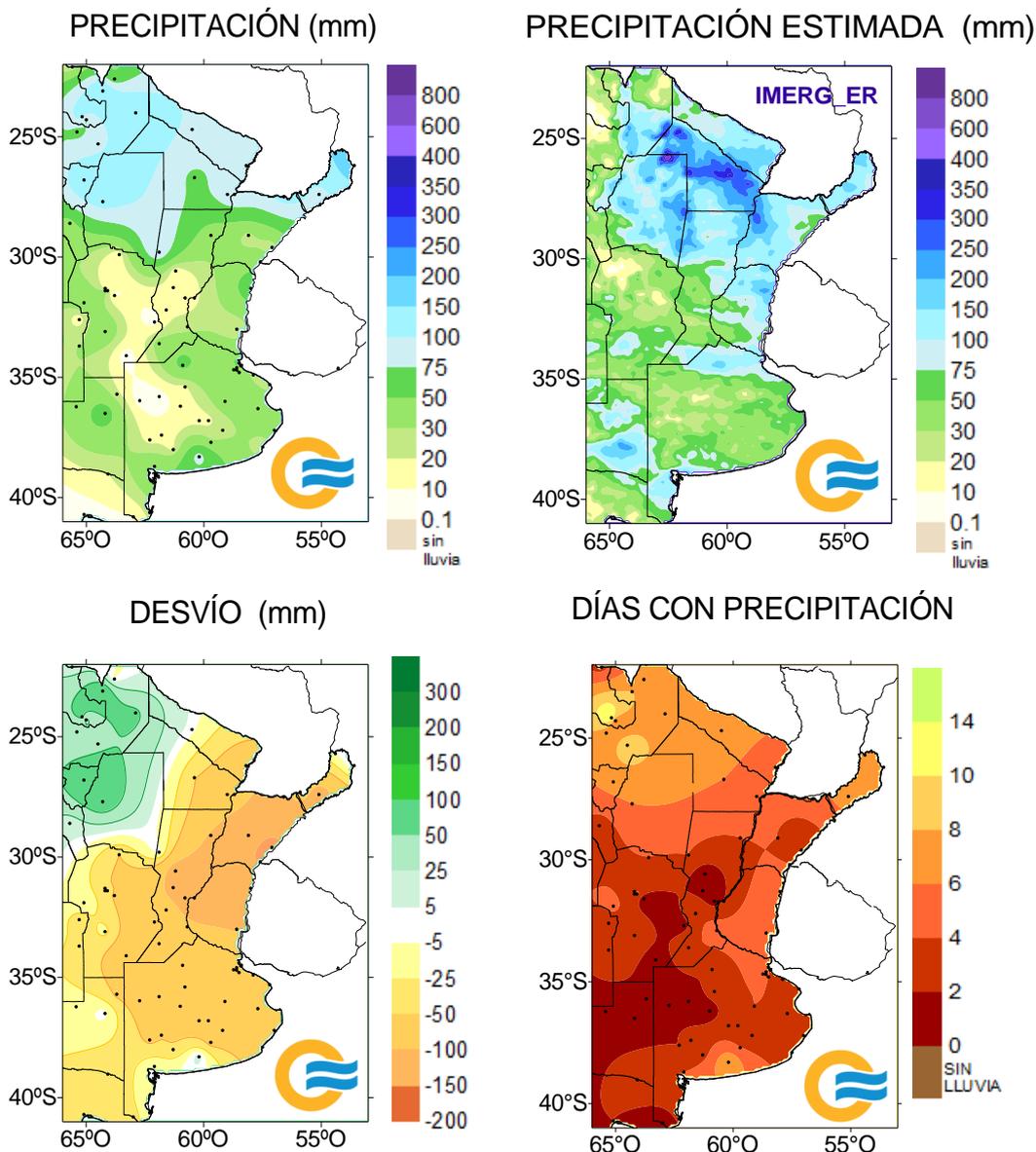
La mayor parte de la zona productiva mantuvo el contenido de agua respecto a la década anterior y en algunos sectores se produjo una merma, predominando el déficit hídrico. La zona núcleo es la zona más comprometida en cuanto a sequía, como consecuencia de las escasas lluvias y temperaturas elevadas para la época.

Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

- |   |                   |
|---|-------------------|
| PD: precipitación (mm) total de la década                   | CAL: calificación |
| DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1981-2010      | MA: muy alta      |
| Dllu: días con precipitación > 1 mm                         | A: alta           |
| MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas       | N: normal         |
| DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria | B: baja           |
| DN: desvío del promedio                                     | MB: muy baja      |

### 3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

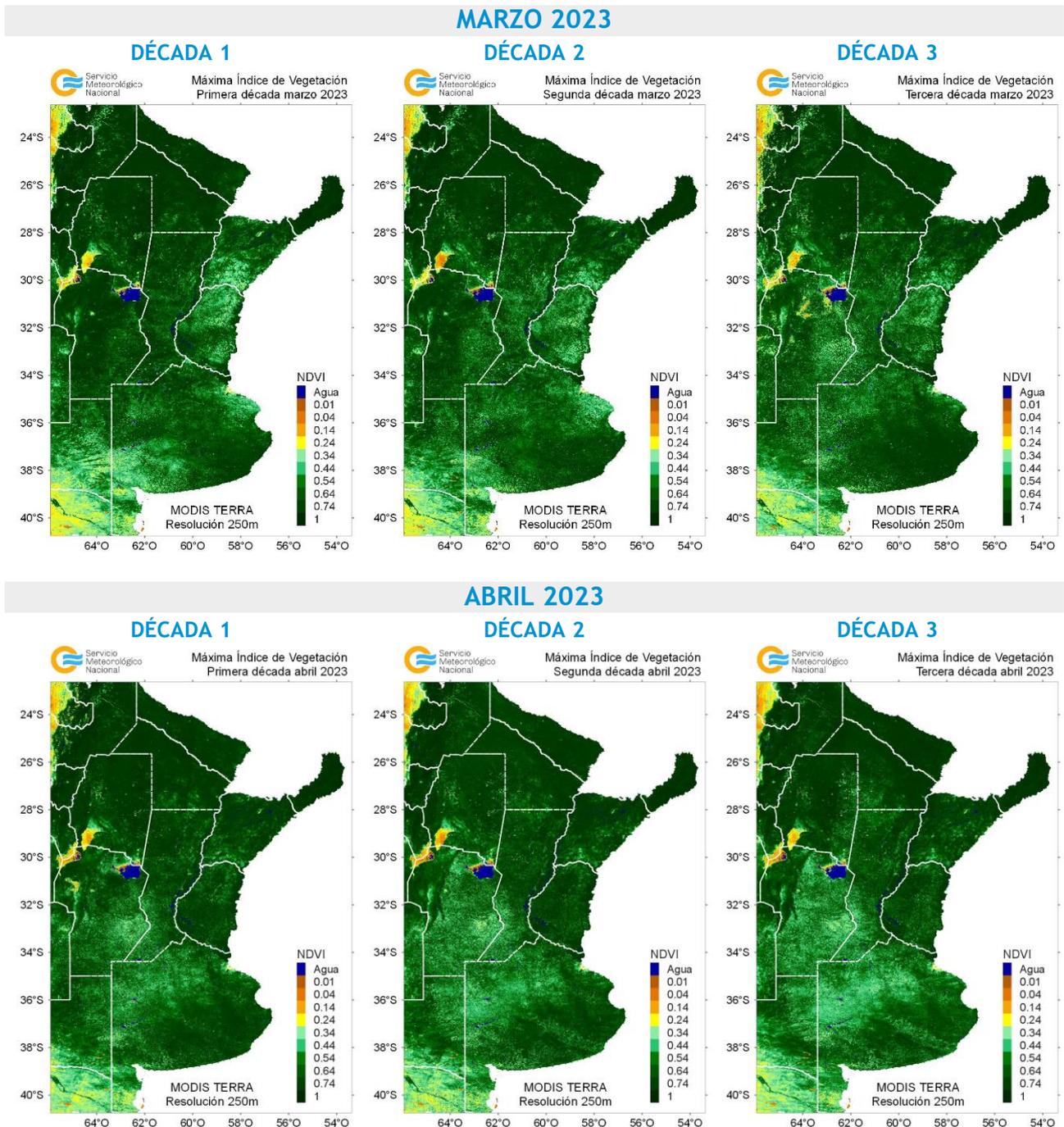
#### ABRIL 2023



## 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 marzo y abril 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 maíz, sorgo, soja y girasol.



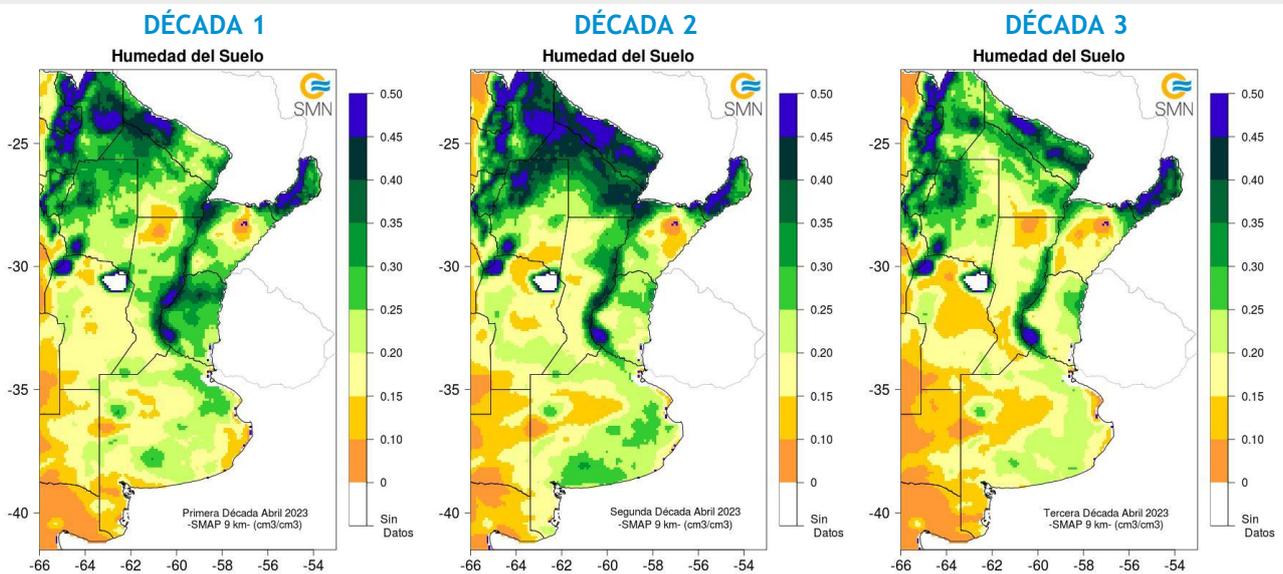
## 4.2. HUMEDAD DEL SUELO

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.

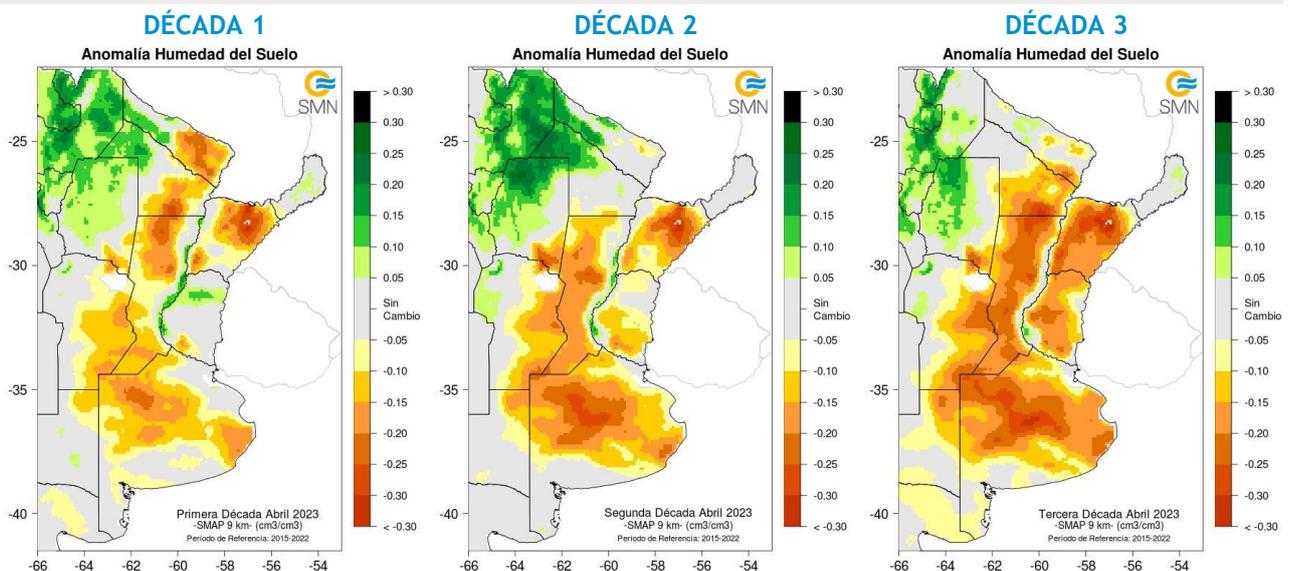
Los valores de la estimación son una representación de la humedad volumétrica del suelo ( $m^3/m^3$ ), es decir, la relación entre el volumen de agua y el volumen total del suelo (considerando la fase sólida, líquida y gaseosa presente en el suelo).

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

### ABRIL 2023 HUMEDAD DEL SUELO



### ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO

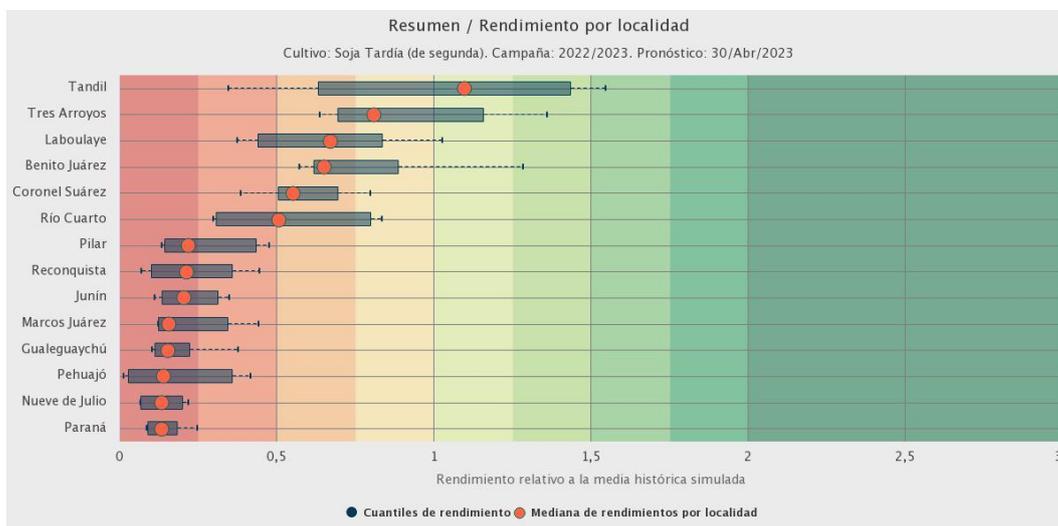
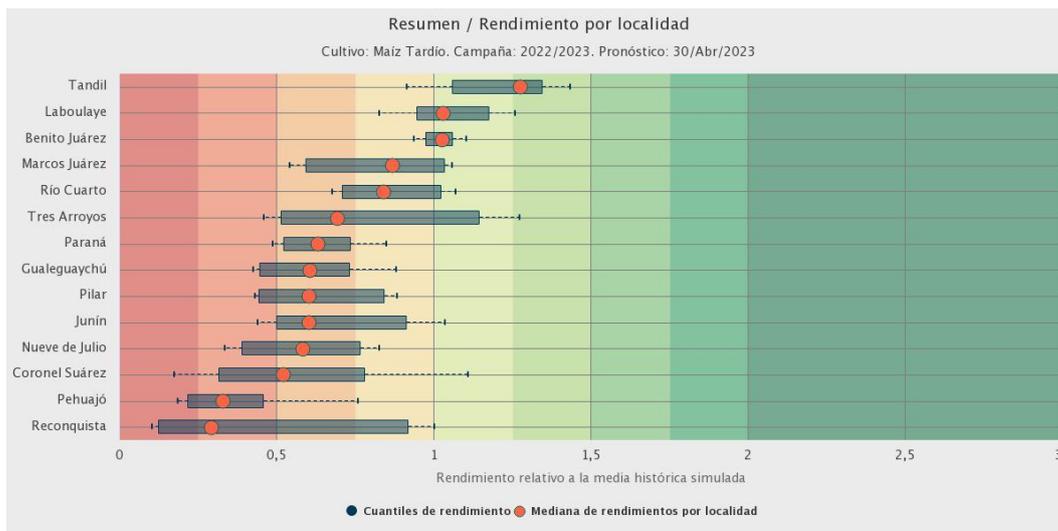


Las precipitaciones favorecieron las recargas en el perfil del suelo en el sector norte del país principalmente. Por otra parte, la zona productora de cultivos de secano se encuentra con contenido de humedad edáfica inferior al promedio de los 7 años previos.

## 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 los cultivos tardíos de maíz y soja. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 30/04/2023 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gov.ar/>).

El pronóstico de rendimiento por localidad se presenta en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Se pueden observar las mejores perspectivas de rendimiento en la localidad de Tandil, tanto para el maíz como la soja de siembra tardía. Asimismo, se visualizan medianas de rinde de maíz tardío por encima del promedio local en Benito Juárez y en Laboulaye. En el resto de las localidades analizadas se prevén rendimientos por debajo de la mediana tanto para el maíz como la soja de segunda ocupación. En el caso de la soja se prevén rendimientos muy por debajo de lo normal para las regiones I, II sur, III y V norte.



## 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 (enero a marzo).

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.

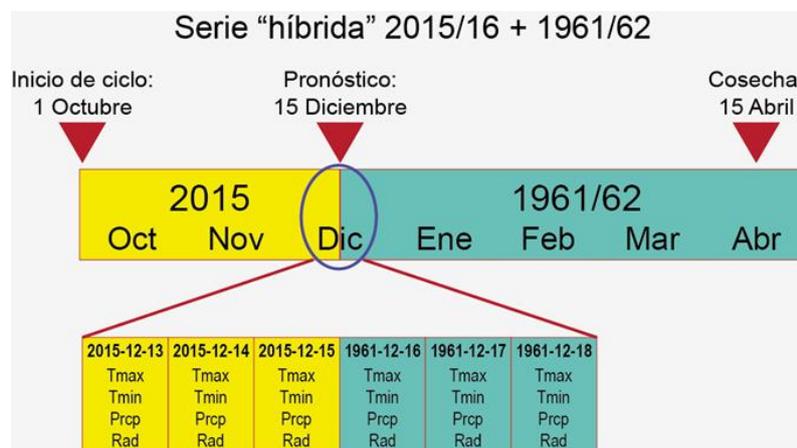
Con respecto al **módulo de suelo**, ProRindeS tiene incorporado 2-3 suelos más comunes, de modo que los usuarios puedan seleccionar el suelo más semejante a sus propias condiciones. Para cada suelo en cada situación se define, el contenido inicial de Nitrógeno y de agua. El contenido inicial de agua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



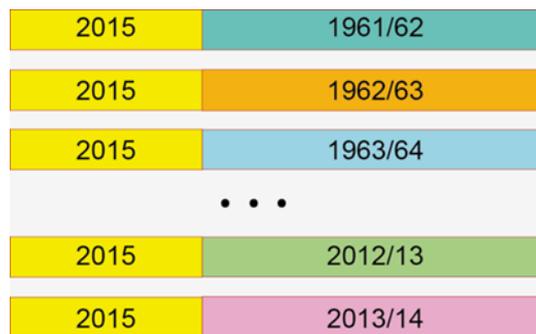
**Figura 1: Localidades argentinas en donde se realizan las simulaciones de ProRindeS.**  
(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

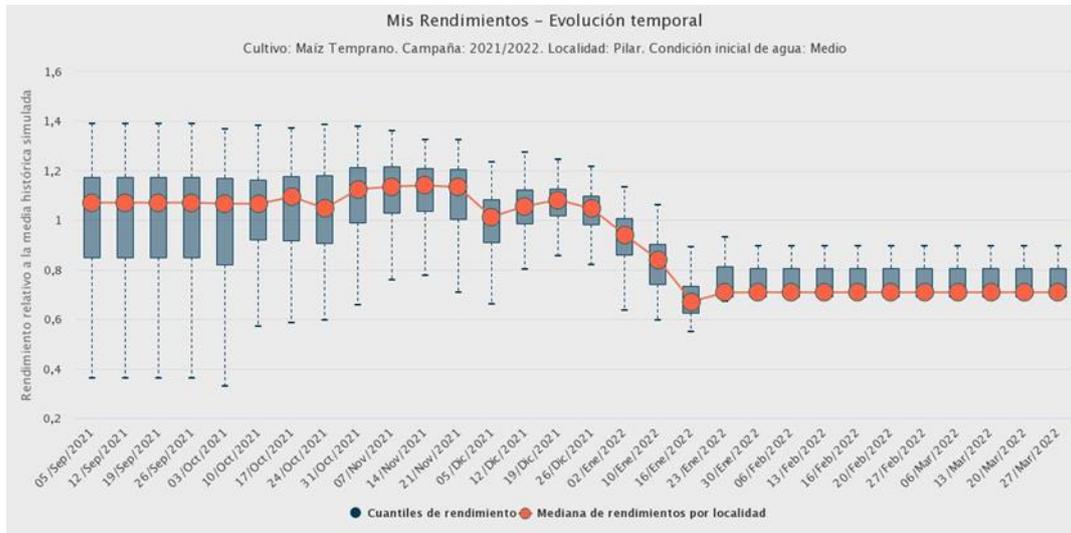
El uso de múltiples series climáticas como entrada para ProRindeS nos permite caracterizar la incertidumbre en los rendimientos que resulta del espectro de condiciones climáticas que pueden ocurrir a partir de la fecha de pronóstico. Típicamente, la variabilidad de los valores pronosticados disminuye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

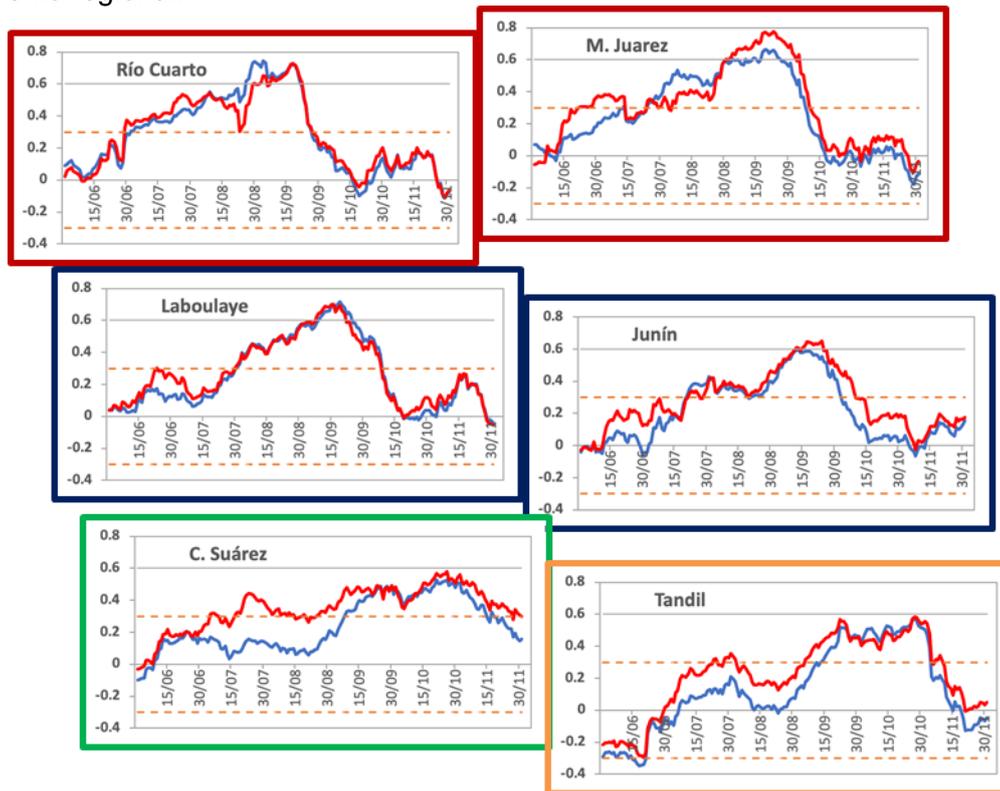
Con el fin de determinar períodos sensibles asociados a las precipitaciones diarias, se trabajó con dos índices hídricos: precipitación acumulada y cantidad de días secos en distintas ventanas móviles de 15, 30 y 60 días. Para cada localidad y ventana móvil se calcularon las correlaciones de Pearson 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

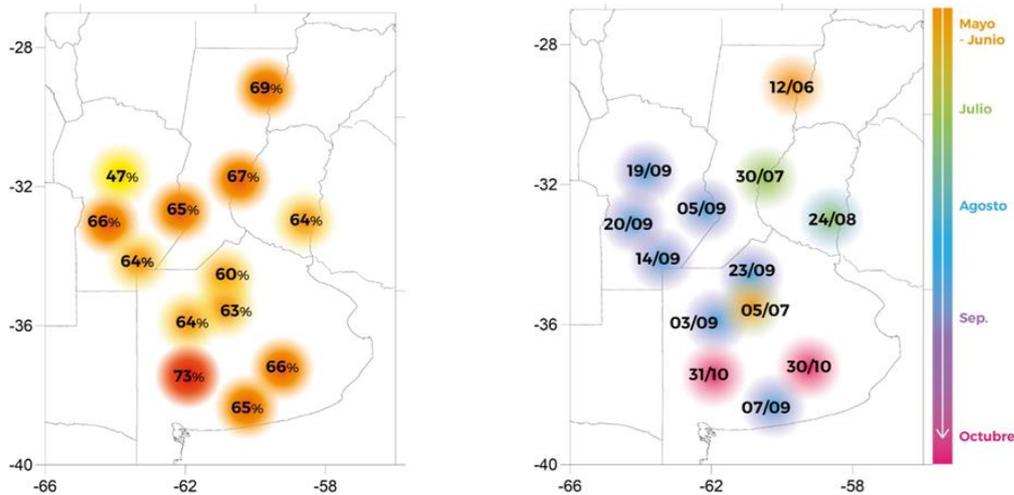
Inicialmente se evaluaron los períodos sensibles del rendimiento de trigo. En la Figura 5 se presentan las correlaciones entre la precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con distintos contenidos de agua inicial, para distintas localidades que sintetizan el comportamiento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

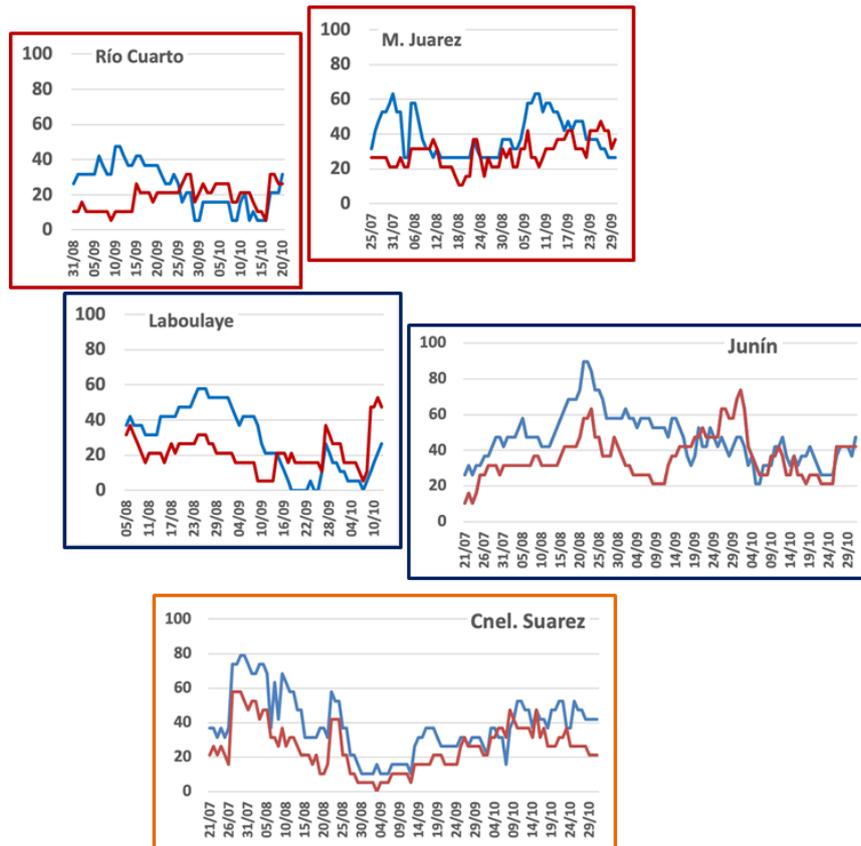


**Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).**

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.

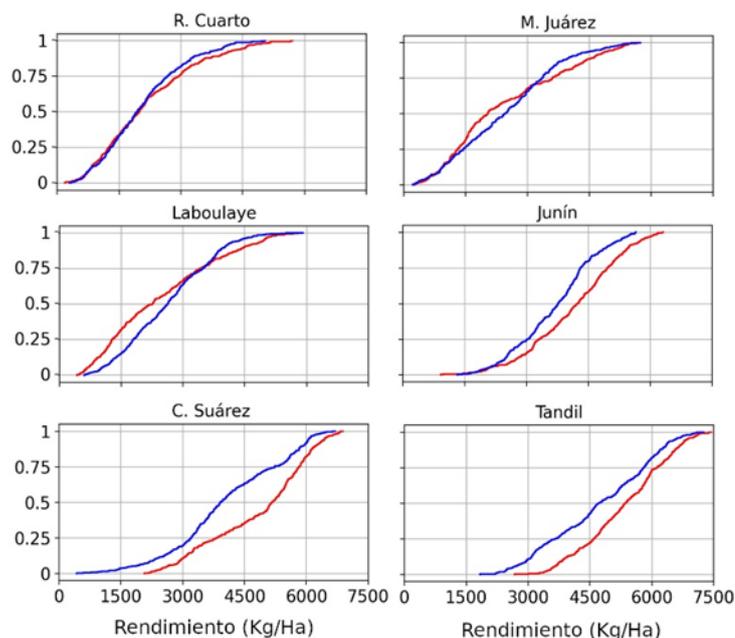
Finalmente, se analizó la señal de los eventos ENOS en estos períodos de escasas precipitaciones asociados a bajos rendimientos y en la distribución total de los rendimientos. En la Figura 7 se presentan las probabilidades de bajos rendimientos discriminados por eventos ENOS. Las mayores diferencias 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.*



Ministerio de Defensa  
Argentina

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