

# BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

# MARZO 2024

Volumen III  
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 | 1 |
| 1.2 | Principales características por regiones                    | 4 |

2

## Temperatura

- |     |                                 |    |
|-----|---------------------------------|----|
| 2.1 | Temperatura media 1ra década    | 5  |
| 2.2 | Temperatura media 2da década    | 6  |
| 2.3 | Temperatura media 3da década    | 7  |
| 2.4 | Heladas                         | 9  |
| 2.5 | Grados día                      | 10 |
| 2.6 | Mapas de temperatura            | 11 |
| 2.7 | Índice de temperatura y humedad | 11 |

3

## Precipitación

- |     |                                    |    |
|-----|------------------------------------|----|
| 3.1 | Precipitación acumulada 1ra década | 15 |
| 3.2 | Precipitación acumulada 2da década | 18 |
| 3.3 | Precipitación acumulada 3ra década | 21 |
| 3.4 | Mapas de precipitación             | 23 |

4

## Índices satelitales

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 4.1 | Índice normalizado de vegetación              | 24 |
| 4.2 | Anomalía del índice normalizado de vegetación | 25 |
| 4.3 | Humedad del suelo                             | 26 |

5

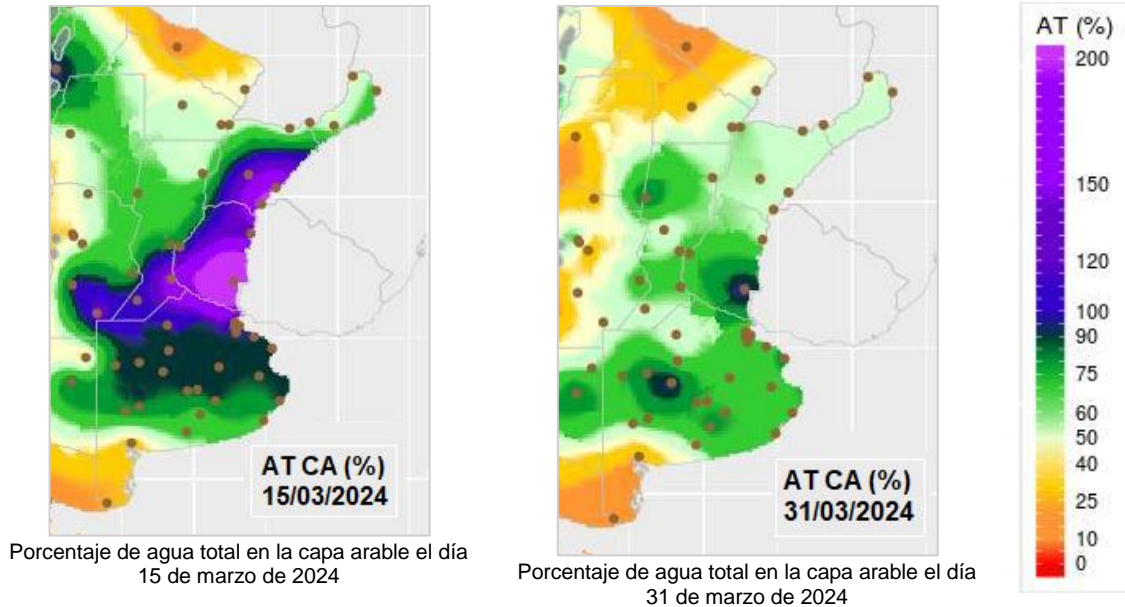
## Pronóstico de rendimiento - ProRindes

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 5.1 | Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja (fecha de inicio: 31/12/2023) | 29 |
|-----|---|----|

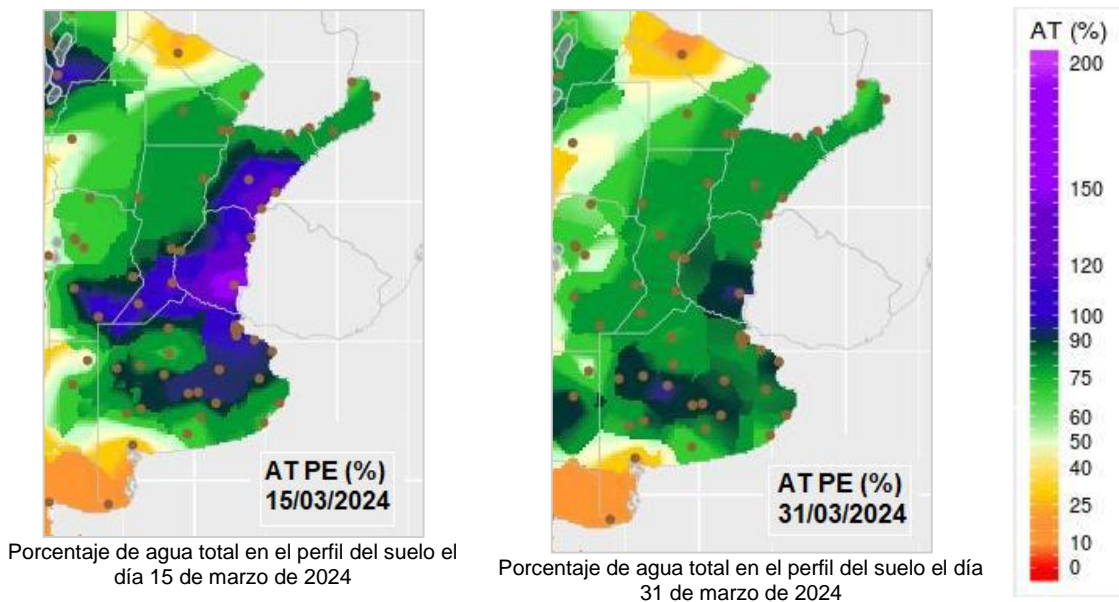
- |  |   |    |
|--|---|----|
|  | Definición y abreviaturas de parámetros empleados | 29 |
|  | Anexo: informe técnico sobre ProRindes            | 31 |

## 1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE MARZO 2024.

Avanza la cosecha de maíz de primera ocupación, con rendimientos muy buenos en el norte de la región Pampeana. Prosigue la cosecha de girasol y comenzó la de sorgo en algunas regiones. La soja y las variedades tardías de maíz y sorgo se hallan fenológicamente transitando la etapa de formación y llenado de los granos o la fase de madurez.



### Capa arable (primeros 10 cm)

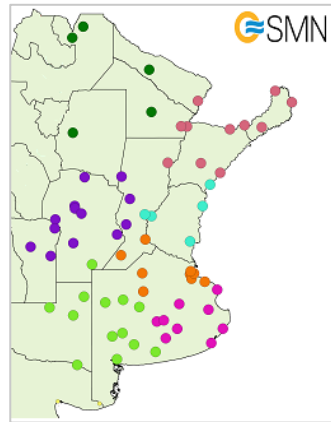


### Perfil (profundidad 1m)

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

► Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua | Suelos

A continuación se presenta la evolución del almacenaje (BHOA) en el último año frente al periodo 1981-2021. 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:



- Norte
- Central
- Litoral Norte
- Litoral Sur
- Zona Núcleo
- Pampeana Sudeste
- Pampeana Sudoeste

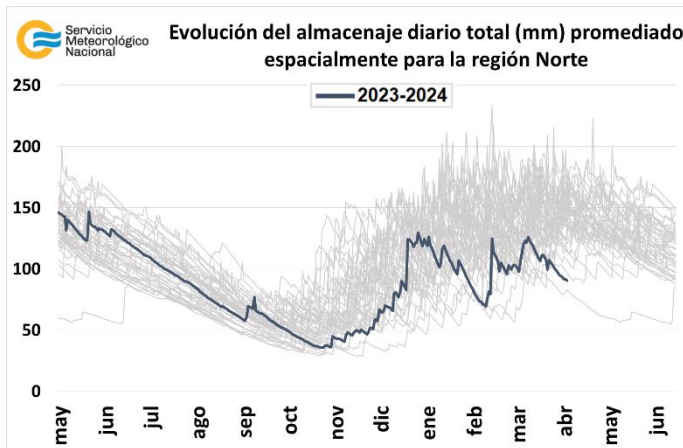
En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

En la región Norte las mayores precipitaciones ocurrieron en la primera década, produciéndose una recarga de humedad en el perfil del suelo. En el resto del mes, las lluvias fueron en detrimento y los suelos perdieron humedad. El almacenaje de agua en el suelo es de los más bajos desde 1981, principalmente en los últimos 15 días de marzo.

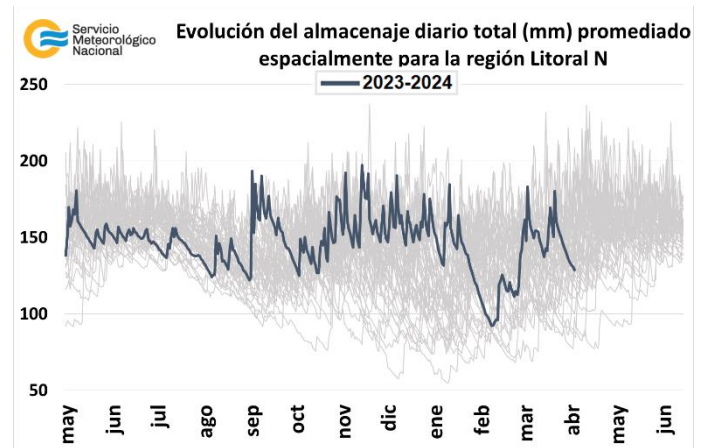
En la zona Litoral Norte las precipitaciones fueron muy abundantes en la primera y segunda década de marzo, dando lugar a un marcado aumento en el contenido de humedad en el suelo, provocando también excesos hídricos. A partir del día 22 de marzo estos excesos se fueron retirando, finalizando el mes con buenas condiciones hídricas en los suelos.

El sur del Litoral recibió lluvias a lo largo del mes que resultaron superiores a lo normal y recargaron el perfil del suelo. Durante gran parte de marzo los suelos permanecieron con excesos de agua.

En la zona Núcleo las mayores precipitaciones se produjeron en la segunda década, donde se observó un marcado aumento en el contenido de agua en el suelo. El mes finalizó con buenas condiciones hídricas.



Región Norte

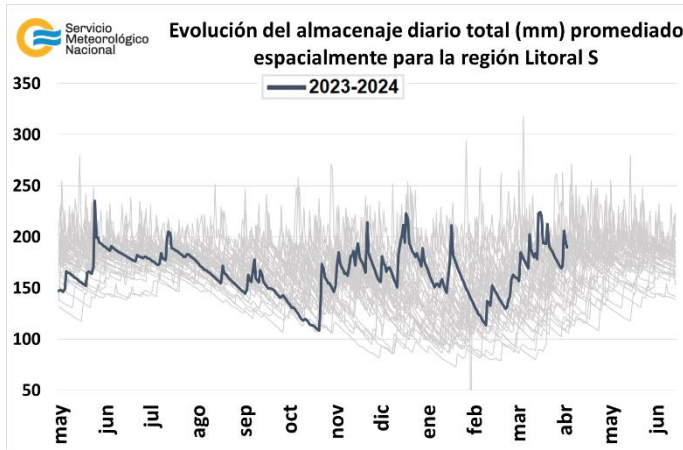


Litoral Norte

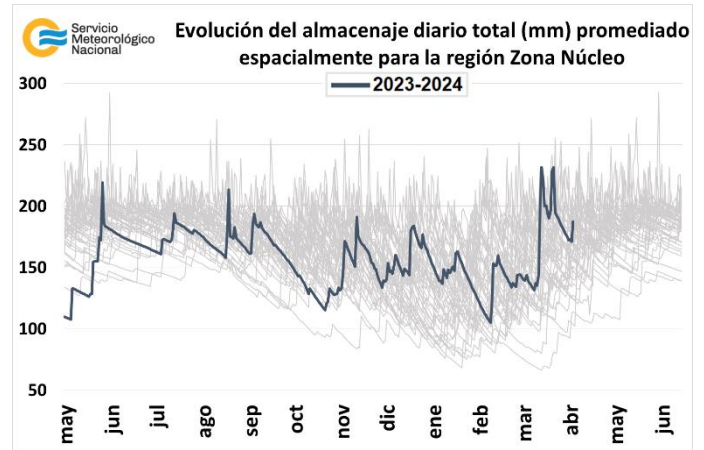


En el sudeste y sudoeste de la pradera Pampeana las precipitaciones han sido abundantes principalmente en la segunda década de marzo. Esto recargó de humedad los suelos, siendo el almacenaje de los más altos desde 1981.

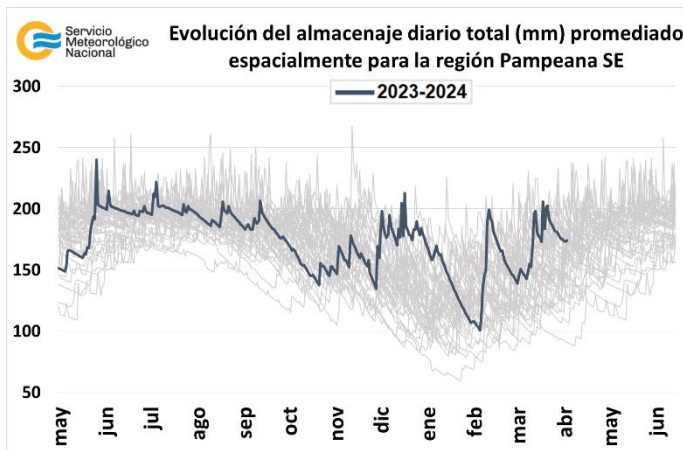
En la región central ocurrieron precipitaciones a lo largo de marzo que fueron escasas para la época del año, por lo que los suelos fueron perdiendo humedad.



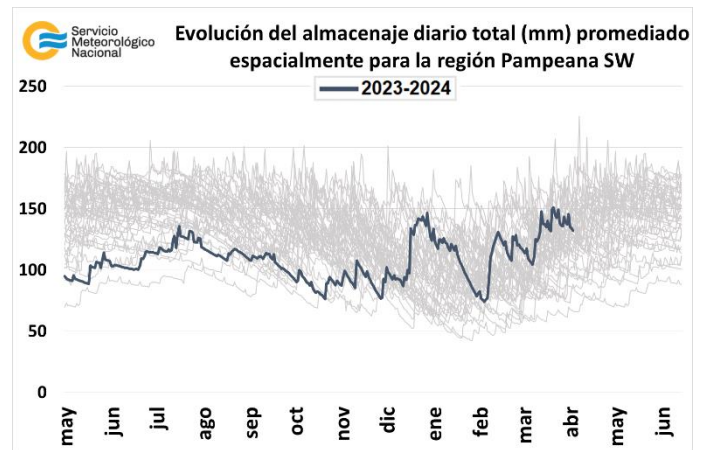
Litoral Sur



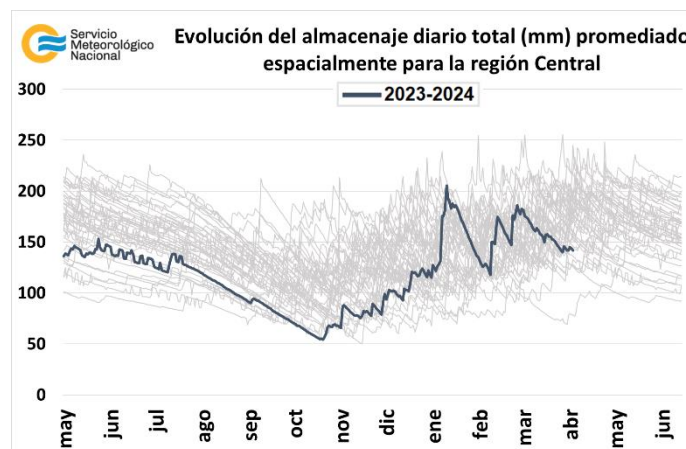
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

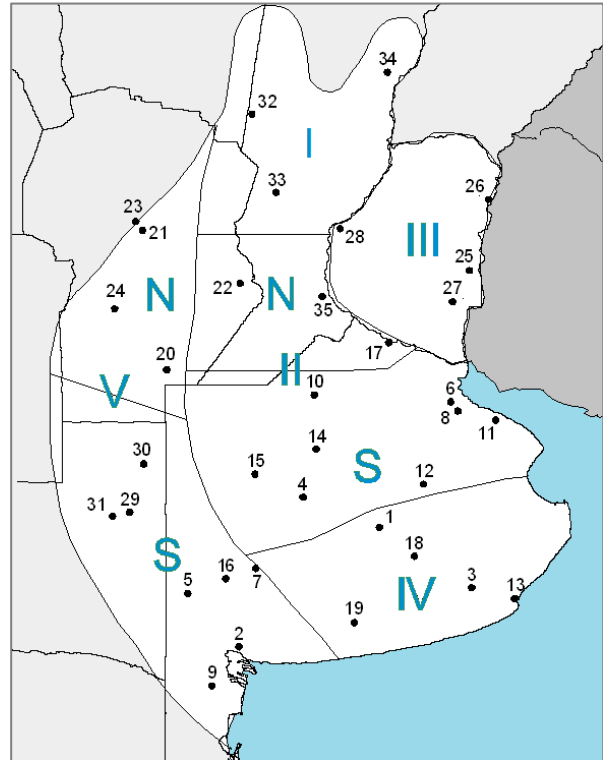


Región Central

## 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:** los maizales de siembra tardía se hallan en la etapa de llenado de los granos, afectados por la chicharrita y el pulgón. La soja se observa en plena fase de llenado de granos, con una mejor condición en el caso de las variedades tardías, favorecidas por las precipitaciones acaecidas durante este mes. Continúa la cosecha de sorgo con rindes bajos en promedio.

**REGIÓN II NORTE:** continúa la cosecha de girasol con rendimientos de entre 13 y 27 qq/ha, según las zonas. Avanza la cosecha del maíz de primera presentando rindes muy altos en general. Los maíces de segunda transitan la fase de llenado de los granos, bajo condiciones de exceso de humedad. Prosigue la cosecha de soja y sorgo en el sur de la región, mientras que al norte, los lotes se visualizan en etapa de llenado de granos o madurez.

**REGIÓN II SUR:** avanza la cosecha de girasol con rendimientos entre 22 y 29 qq/ha. Los lotes tardíos alcanzaron la etapa de madurez. Prosigue la cosecha del maíz de siembra temprana con rindes variables según las zonas. Las variedades tardías se hallan en la etapa de llenado de los granos. Tanto la soja como el sorgo se observan en la etapa de llenado de granos o en inicio de madurez, con un buen estado general.

**REGIÓN III:** avanza la cosecha de maíz de primera, obteniéndose muy buenos rindes. Los lotes de segunda transitan la fase de llenado de los granos. La soja se encuentra en la etapa de llenado de granos o maduración, según la fecha de siembra. Comenzó la cosecha de sorgo, obteniéndose muy buenos rendimientos, mientras que las variedades tardías alcanzaron la madurez fisiológica.

**REGIÓN IV:** avanza la cosecha de maíz de primera ocupación con destino a forraje. Las variedades tardías se hallan en fase de madurez y pérdida gradual de humedad. Los sorgos se atraviesan el estadio de llenado de los granos.

**REGIÓN V NORTE:** prosigue la cosecha de girasol obteniéndose rindes entre 22 y 27 qq/ha. Los maizales y la soja de primera ocupación se hallan en estado de madurez, mientras que los lotes tardíos de ambos cultivos se observan en etapa de llenado de granos. El sorgo se transita la fase de llenado de granos o la madurez, según las zonas.

**REGIÓN V SUR:** avanza la cosecha de girasol con rendimientos de 27.5 qq/ha en promedio. Inició la cosecha de maíz de siembra temprana con rindes entre 70 y 90 qq/ha. Los lotes tardíos se observan en fase de llenado de los granos o madurez fisiológica. La soja se visualiza en etapa de formación y llenado de granos.

## 2. INFORME DE TEMPERATURA

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de temperatura de las distintas décadas del mes de marzo de 2024.

### 2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas y mínimas medias mostraron patrones de anomalías similares: positivas en el NOA, norte, Cuyo, Litoral y parte del centro, y predominio de negativas en la Patagonia.

Con respecto a la temperatura medida a 5 cm de la superficie, en el norte de la región analizada todavía se registra mayoría de días con valores que superan los 20 °C, mientras que en el sur de dicha región se alcanzaron valores inferiores a 10 °C y en las estaciones de Pigüé, Benito Juárez y Bolívar, en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires, se reportaron uno o dos días de temperaturas por debajo de los 3 °C.



## DÉCADA 1 MARZO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	26.2	29.5	2	9.5	4.6	3	17.8	19.4	-1.6
Bahia Blanca	Buenos Aires	28.6	33.6	1	13.5	6.4	3	21.0	21.4	-0.4
Balcarce	Buenos Aires	26.6	30.3	7	11.5	5.5	6	19.0	20.1	-1.0
Bolívar	Buenos Aires	27.7	31.4	2	12.5	6.8	5	20.1	20.2	-0.1
Bordenave	Buenos Aires	28.0	32.0	1	13.0	3.6	5	20.5	20.4	0.0
Castelar	Buenos Aires	29.4	32.1	8	16.7	10.6	4	23.1	22.6	0.5
Coronel Suárez	Buenos Aires	26.0	28.9	2	11.7	5.4	3	18.8	19.2	-0.4
Ezeiza	Buenos Aires	28.7	31.2	8	16.1	10.6	4	22.4	22.3	0.1
Junín	Buenos Aires	27.4	30.2	1	14.6	10.3	4	21.0	21.0	0.0
La Plata	Buenos Aires	26.5	29.0	8	14.9	9.6	4	20.7	21.5	-0.8
Las Flores	Buenos Aires	27.3	32.0	2	13.4	8.6	4	20.4	20.8	-0.4
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.2	30.4	2	11.4	6.3	6	18.8	19.4	-0.6
Nueve de Julio	Buenos Aires	28.7	32.6	2	15.1	11.9	6	21.9	21.2	0.7
Pehuajó	Buenos Aires	27.6	31.0	1	14.2	8.3	3	20.9	20.9	0.0
Pigüé	Buenos Aires	26.0	29.4	1	12.0	4.8	5	19.0	19.6	-0.6
San Pedro	Buenos Aires	29.3	33.2	2	16.7	11.1	4	23.0	22.8	0.1
Tandil	Buenos Aires	25.6	29.1	2	8.9	3.6	3	17.3	18.9	-1.6
Tres Arroyos	Buenos Aires	26.7	30.5	7	12.6	6.8	4	19.7	20.0	-0.4
Laboulaye	Córdoba	28.7	31.7	8	16.2	10.8	4	22.5	21.3	1.2
Manfredi	Córdoba	29.0	33.1	8	17.8	12.2	5	23.4	21.4	2.0
Marcos Juárez	Córdoba	30.0	33.1	8	16.8	11.1	5	23.4	21.9	1.5
Pilar	Córdoba	28.5	32.6	8	19.0	14.9	4	23.8	21.8	2.0
Río Cuarto	Córdoba	27.2	29.8	8	17.5	12.9	3	22.4	21.3	1.1
C. del Uruguay	Entre Ríos	30.5	34.4	8	17.2	10.7	5	23.9	23.4	0.5
Concordia	Entre Ríos	31.1	35.0	2	19.1	14.2	6	25.1	23.9	1.2
Gualeduaychú	Entre Ríos	29.6	33.7	2	17.6	11.6	5	23.6	23.1	0.5
Paraná	Entre Ríos	29.7	33.4	8	18.7	13.2	4	24.2	23.1	1.1
Anguil	La Pampa	29.7	33.2	7	13.5	5.0	3	21.6	21.1	0.5
General Pico	La Pampa	27.8	30.5	1	15.3	9.5	3	21.6	21.8	-0.2
Santa Rosa	La Pampa	29.1	34.5	6	14.7	9.3	3	21.9	21.4	0.5
Ceres	Santa Fe	32.1	37.9	2	20.0	14.2	6	26.1	23.8	2.3
Rafaela	Santa Fe	31.7	36.2	8	19.7	14.2	5	25.7	23.6	2.1
Reconquista	Santa Fe	31.9	36.2	2	21.8	17.1	6	26.8	24.8	2.0
Rosario	Santa Fe	29.9	32.6	8	17.7	12.4	5	23.8	23.0	0.8

### 2.2 SEGUNDA DÉCADA

En la segunda década de marzo, la constante circulación de aire del sector norte sobre el centro y norte del país, generó altas temperaturas, tanto máxima (que superaron los 40 °C) como mínima, resultando en promedio superiores a lo normal. Las anomalías positivas superaron los 6 °C en el norte del territorio. Por otra parte, en la Patagonia el continuo pasaje de frentes fríos produjo temperaturas inferiores al promedio para esta época del año.

## DÉCADA 2 MARZO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	24.1	26.5	14	15.5	8.8	17	19.8	17.6	2.2
Bahía Blanca	Buenos Aires	29.3	33.6	13	14.5	9.7	17	21.9	19.5	2.4
Balcarce	Buenos Aires	25.5	28.5	18	15.1	9.2	15	20.3	18.5	1.8
Bolívar	Buenos Aires	25.7	28.1	16	17.1	11.5	17	21.4	18.7	2.7
Bordenave	Buenos Aires	27.9	30.5	12	14.3	8.5	15	21.1	18.7	2.4
Castelar	Buenos Aires	27.3	30.9	16	20.1	17.7	12	23.7	21.1	2.6
Coronel Suárez	Buenos Aires	25.3	27.5	18	13.7	7.6	17	19.5	17.7	1.8
Ezeiza	Buenos Aires	26.3	28.5	16	19.3	16.3	12	22.8	20.9	1.9
Junín	Buenos Aires	27.5	29.5	19	19.5	15.5	17	23.5	19.7	3.8
La Plata	Buenos Aires	25.2	28.4	16	18.8	15.8	12	22.0	20.2	1.8
Las Flores	Buenos Aires	25.2	29.0	16	17.6	13.0	17	21.4	19.4	2.0
Mar Del Plata	Buenos Aires	24.8	27.6	16	14.7	7.8	17	19.8	18.0	1.8
Nueve de Julio	Buenos Aires	26.7	29.2	11	17.8	13.4	17	22.3	19.8	2.5
Pehuajó	Buenos Aires	26.1	28.5	11	17.6	10.8	17	21.8	19.3	2.5
Pigüé	Buenos Aires	25.7	29.0	12	14.0	9.8	17	19.9	17.7	2.2
San Pedro	Buenos Aires	28.1	31.8	20	20.9	18.9	15	24.5	21.1	3.5
Tandil	Buenos Aires	24.3	27.1	14	14.2	6.0	17	19.3	17.4	1.9
Tres Arroyos	Buenos Aires	27.0	30.2	13	14.7	9.3	17	20.8	18.3	2.5
Laboulaye	Córdoba	28.8	33.3	11	20.6	16.3	17	24.7	19.9	4.8
Manfredi	Córdoba	30.4	38.9	12	22.3	20.7	15	26.3	20.6	5.7
Marcos Juárez	Córdoba	30.8	38.5	12	21.7	19.0	17	26.2	20.7	5.5
Pilar	Córdoba	30.0	39.1	12	22.1	20.3	15	26.1	20.7	5.4
Río Cuarto	Córdoba	27.8	33.9	12	19.6	17.0	15	23.7	20.1	3.6
C. del Uruguay	Entre Ríos	29.9	35.9	12	21.6	20.6	15	25.7	22.4	3.3
Concordia	Entre Ríos	31.0	37.2	12	22.4	19.8	17	26.7	22.7	4.0
Gualedaychú	Entre Ríos	27.8	31.5	12	21.3	19.8	12	24.6	21.8	2.8
Paraná	Entre Ríos	31.0	38.6	12	22.3	19.6	17	26.7	21.9	4.8
Anguil	La Pampa	28.3	31.6	12	14.2	7.5	17	21.2	19.8	1.4
General Pico	La Pampa	27.2	29.0	18	16.6	11.0	17	21.9	20.1	1.8
Santa Rosa	La Pampa	27.8	30.7	12	15.4	9.8	17	21.6	19.5	2.1
Ceres	Santa Fe	34.9	39.2	11	24.5	21.5	17	29.7	22.6	7.1
Rafaela	Santa Fe	33.9	39.7	12	23.9	21.3	17	28.9	22.1	6.8
Reconquista	Santa Fe	34.4	40.0	14	25.0	22.4	17	29.7	23.7	6.0
Rosario	Santa Fe	30.0	36.4	12	21.6	19.5	15	25.8	21.5	4.3

### 2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron superiores a la normal en casi todo el territorio, los mayores apartamientos respecto del promedio se ubicaron en el norte y centro del área y norte y centro de la Patagonia, con diferencias superiores a 5°C en el este de Salta, oeste de Formosa, noroeste de Chaco y norte de Santiago del Estero. En algunas localidades del sur de Buenos Aires y el sudoeste de Santa Cruz, mostraron anomalías negativas.

Las mínimas, por su parte, mostraron desvíos positivos respecto de la media, en todo el territorio excepto en el este de Río Negro, donde fueron negativos.

## DÉCADA 3 MARZO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	24.2	29.2	24	11.9	7.7	22	18.1	16.6	1.5
Bahia Blanca	Buenos Aires	26.4	33.6	29	13.3	4.8	21	19.9	18.2	1.7
Balcarce	Buenos Aires	24.3	29.2	24	12.2	5.9	22	18.2	17.6	0.6
Bolívar	Buenos Aires	25.8	30.4	29	12.4	6.5	22	19.1	17.6	1.5
Bordenave	Buenos Aires	26.1	33.1	29	12.6	2.5	21	19.4	17.5	1.9
Castelar	Buenos Aires	27.6	32.6	30	15.0	8.3	22	21.3	19.8	1.5
Coronel Suárez	Buenos Aires	23.1	28.8	29	10.9	3.9	22	17.0	16.4	0.6
Ezeiza	Buenos Aires	26.4	32.5	30	14.7	8.8	22	20.6	19.7	0.9
Junín	Buenos Aires	27.6	33.7	30	13.0	7.3	22	20.3	18.5	1.8
La Plata	Buenos Aires	25.4	30.2	30	14.4	7.5	22	19.9	19.0	0.9
Las Flores	Buenos Aires	25.5	29.5	27	13.1	8.3	22	19.3	18.2	1.1
Mar Del Plata	Buenos Aires	23.0	29.3	24	12.3	6.7	26	17.7	17.1	0.6
Nueve de Julio	Buenos Aires	27.4	31.5	29	13.6	8.4	22	20.5	18.6	1.9
Pehuajó	Buenos Aires	26.5	30.8	29	13.4	7.2	21	20.0	18.2	1.8
Pigüé	Buenos Aires	23.4	30.0	29	11.9	4.0	21	17.6	16.5	1.1
San Pedro	Buenos Aires	SD	22.3	21	SD	12.0	21	SD	20.1	SD
Tandil	Buenos Aires	23.4	28.4	24	9.6	2.5	22	16.5	16.1	0.4
Tres Arroyos	Buenos Aires	25.0	30.7	29	12.6	8.0	21	18.8	17.2	1.6
Laboulaye	Córdoba	28.4	32.5	29	14.6	9.0	21	21.5	18.5	3.0
Manfredi	Córdoba	30.5	37.5	30	14.3	7.7	24	22.4	19.1	3.3
Marcos Juárez	Córdoba	30.1	35.5	30	14.5	9.6	22	22.3	19.5	2.8
Pilar	Córdoba	29.2	35.9	30	16.1	10.4	22	22.7	19.4	3.3
Río Cuarto	Córdoba	28.7	33.0	29	16.0	10.7	21	22.3	18.9	3.4
C. del Uruguay	Entre Ríos	27.8	33.8	30	14.3	8.8	22	21.0	20.4	0.6
Concordia	Entre Ríos	28.9	33.4	30	16.8	12.6	22	22.8	21.3	1.5
Gualedaychú	Entre Ríos	27.4	32.5	30	15.6	11.4	22	21.5	20.5	1.0
Paraná	Entre Ríos	27.9	33.1	30	16.6	12.1	22	22.3	20.6	1.7
Anguil	La Pampa	27.9	35.8	29	12.8	2.7	21	20.3	18.5	1.8
General Pico	La Pampa	28.3	34.2	29	14.2	5.0	21	21.3	18.9	2.4
Santa Rosa	La Pampa	27.0	34.2	29	13.7	5.6	21	20.4	18.2	2.2
Ceres	Santa Fe	31.9	38.0	30	17.0	10.8	23	24.5	21.3	3.2
Rafaela	Santa Fe	31.0	38.5	30	16.8	12.3	23	23.9	21.1	2.8
Reconquista	Santa Fe	30.5	37.0	30	17.9	12.9	22	24.2	22.4	1.8
Rosario	Santa Fe	28.0	34.0	30	15.7	11.6	22	21.8	20.2	1.6

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

MED: valor medio

ABS: valor absoluto

DÍA: fecha en que se registró el valor absoluto

SD: sin datos

PRO: valor promedio del período 1991-2020

DN: desvío del promedio

## 2.4 HELADAS

### PRIMERA HELADA MARZO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2024	FMPH	Primera helada 2024	FMPH	Primera helada 2023
Azul	Buenos Aires	-	25/03	-	29/04	-
Bahía Blanca	Buenos Aires	-	13/04	-	11/05	-
Balcarce	Buenos Aires	-	04/05	-	04/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	-	09/04	-	17/05	-
Bordenave	Buenos Aires	21/03	19/03	-	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	-	02/05	-	05/06	SD
Coronel Suarez	Buenos Aires	-	18/03	-	24/04	-
Ezeiza	Buenos Aires	-	06/05	-	08/06	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	-	13/04	-	12/05	SD
Junín	Buenos Aires	-	25/04	-	21/05	-
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	-	04/05	-	10/06	SD
Tandil	Buenos Aires	22/03	08/03	-	30/04	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	-	20/04	-	21/05	X
Laboulaye	Córdoba	-	01/05	-	27/05	-
Manfredi	Córdoba	-	13/04	-	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	-	18/05	-	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	21/03	29/03	-	25/04	SD
General Pico	La Pampa	-	23/04	-	17/05	X
Santa Rosa	La Pampa	-	14/04	-	11/05	-
Ceres	Santa Fe	-	22/05	-	17/06	X
Rafaela	Santa Fe	-	08/05	-	05/06	SD
Reconquista	Santa Fe	-	12/06	-	27/06	X
Rosario	Santa Fe	-	07/05	-	02/06	X

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

**Primera helada 2024:** fecha en que se registró por primera vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera primera helada o helada temprana a aquella registrada antes del 15 de julio.

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

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

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

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

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

## 2.5 GRADOS DÍA

### MARZO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de octubre				Días con Tmáx>30°C
		BASE 10		BASE 13		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	265.1	1624.7	172.1	1106.4	0
Bahia Blanca	Buenos Aires	337.9	2058.6	244.9	1520.7	11
Balcarce	Buenos Aires	284.1	1697.9	191.1	1172.5	1
Bolívar	Buenos Aires	314.4	1812.1	221.4	1278.7	6
Bordenave	Buenos Aires	318.9	1919.1	226.7	1393.1	3
Castelar	Buenos Aires	391.6	2229.0	298.6	1684.6	8
Coronel Suarez	Buenos Aires	260.8	1631.7	169.7	1113.4	0
Ezeiza	Buenos Aires	368.2	2136.8	275.2	1595.3	5
Junín	Buenos Aires	359.1	2059.3	266.1	1520.0	6
La Plata	Buenos Aires	336.2	1919.2	243.2	1387.6	1
Las Flores	Buenos Aires	320.1	1859.3	227.1	1328.3	3
Mar Del Plata	Buenos Aires	270.8	1503.2	177.8	1002.0	1
Nueve de Julio	Buenos Aires	356.6	2055.4	263.6	1514.5	5
Pehuajó	Buenos Aires	336.7	2015.3	243.7	1475.3	5
Pigüé	Buenos Aires	272.7	1656.7	181.4	1135.0	0
San Pedro	Buenos Aires	SD	1894.1	SD	1442.5	7
Tandil	Buenos Aires	237.0	1461.6	145.5	960.8	0
Tres Arroyos	Buenos Aires	302.0	1796.7	209.0	1270.7	3
Laboulaye	Córdoba	398.3	2177.6	305.3	1635.7	13
Manfredi	Córdoba	433.6	2356.7	340.6	1816.5	15
Marcos Juárez	Córdoba	431.4	2263.3	338.4	1721.4	18
Pilar	Córdoba	437.7	2395.9	344.7	1853.6	16
Río Cuarto	Córdoba	396.3	2163.4	303.3	1621.8	9
C. del Uruguay	Entre Ríos	417.1	2353.8	324.1	1811.3	12
Concordia	Entre Ríos	459.8	2497.0	366.8	1949.1	16
Gualeguaychú	Entre Ríos	408.0	2328.3	315.0	1787.1	9
Paraná	Entre Ríos	443.5	2454.9	350.5	1909.1	13
Anguil	La Pampa	342.1	2081.2	249.1	1545.3	10
General Pico	La Pampa	358.5	2110.5	265.5	1568.8	5
Santa Rosa	La Pampa	349.2	2083.0	256.2	1543.7	6
Ceres	Santa Fe	516.6	2719.9	423.6	2171.9	23
Rafaela	Santa Fe	498.9	2694.8	405.9	2146.9	21
Reconquista	Santa Fe	521.9	2802.6	428.9	2253.6	22
Rosario	Santa Fe	426.5	2334.8	333.5	1789.9	12

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

MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

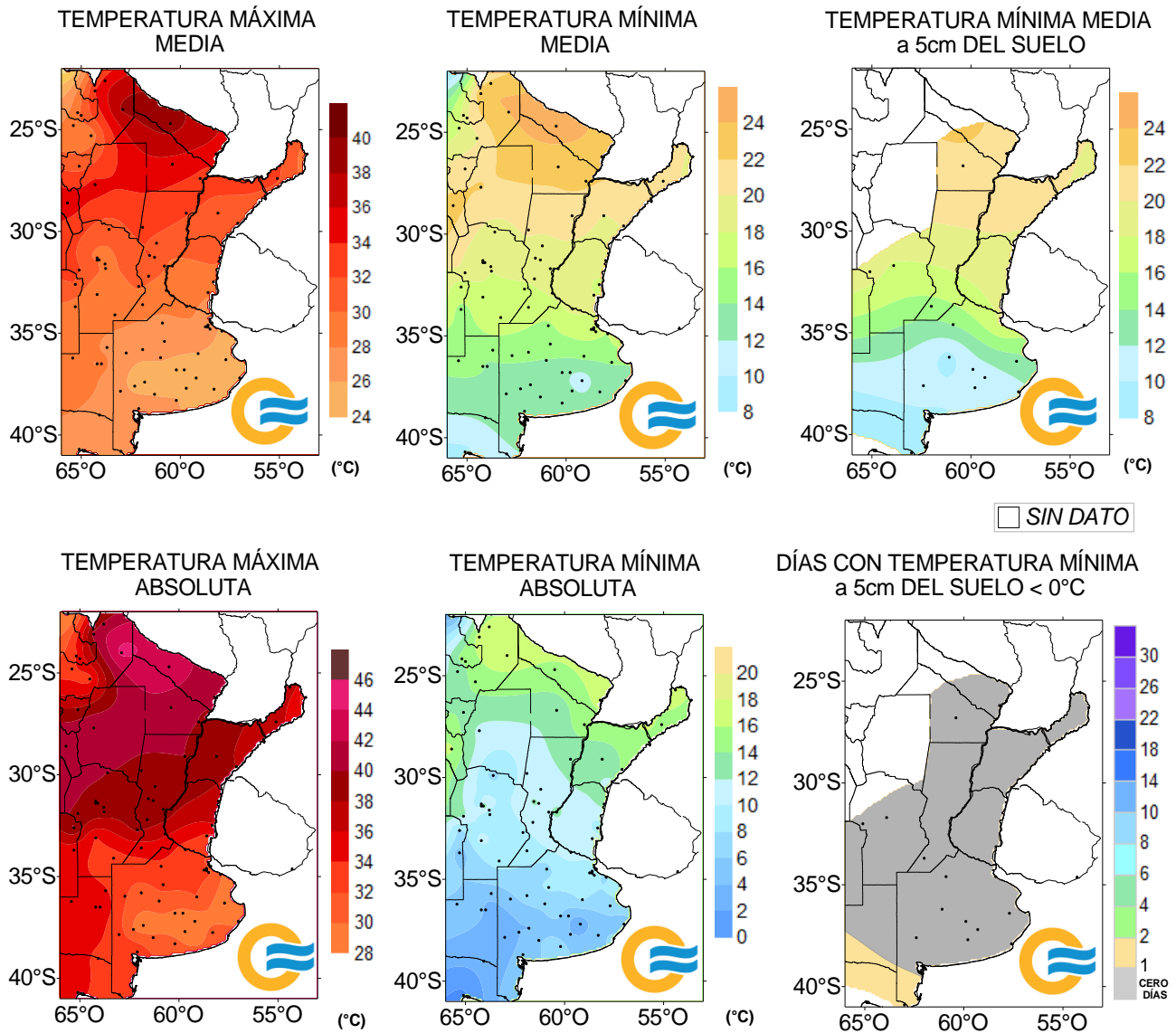
SD: sin datos por datos faltantes.

Datos faltantes en marzo de 2024



## 2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

MARZO 2024



## 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.

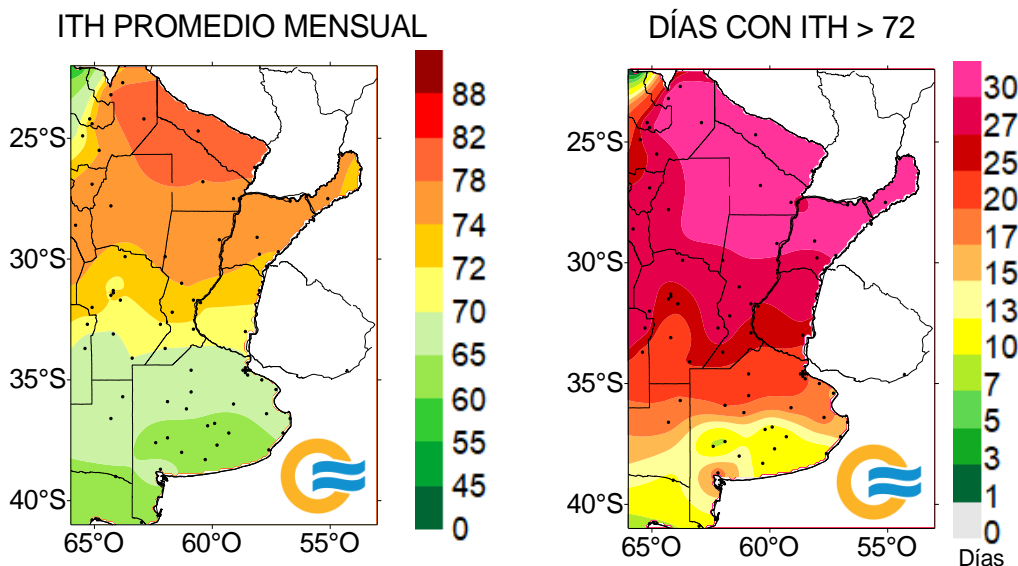
El establecimiento de una masa de aire de origen tropical sobre el norte del país dio lugar al desarrollo de una ola de calor\* inusual que provocó valores excepcionalmente altos de temperatura y humedad muy peligrosos para la salud. En varias localidades se superaron los récords históricos de temperatura máxima y/o mínima más alta para un mes de marzo. Cabe destacar el severo impacto de este evento excepcional en la localidad de Las Lomitas (Formosa) que registró 13 días con temperaturas máximas de más de 40°C y mínimas que llegaron a superar los 30°C.

En cuanto al análisis del índice de temperatura y humedad, se superó el umbral de 72, donde la producción de leche comienza a ser afectada, en más de 27 días en el centro y norte del territorio, principalmente en las horas de máxima radiación.

Dentro de la cuenca lechera, se registraron períodos de entre 3 y 13 días consecutivos con valores de temperatura y humedad que son perjudiciales para el bienestar animal en Reconquista, Sunchales, Paraná y Marcos Juárez.

\* El Servicio Meteorológico Nacional de Argentina define un evento de ola de calor cuando las temperaturas máximas y mínimas superan o igualan, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, a ciertos valores umbrales que dependen de cada localidad (percentil 90 del semestre cálido octubre-marzo) y son calculados a partir del período 1961-2010.

## MARZO 2024



En Reconquista ocurrieron dos períodos con condiciones ambientales desfavorables para el ganado, el primero comenzó el 24 de febrero y finalizó el 3 de marzo, registrándose 118 horas consecutivas con el ITH mayor a 72 en febrero y 87 horas consecutivas en marzo; el segundo período abarcó del 7 al 20 de marzo, con 327 horas consecutivas con el ITH superior a 72 (13 días).

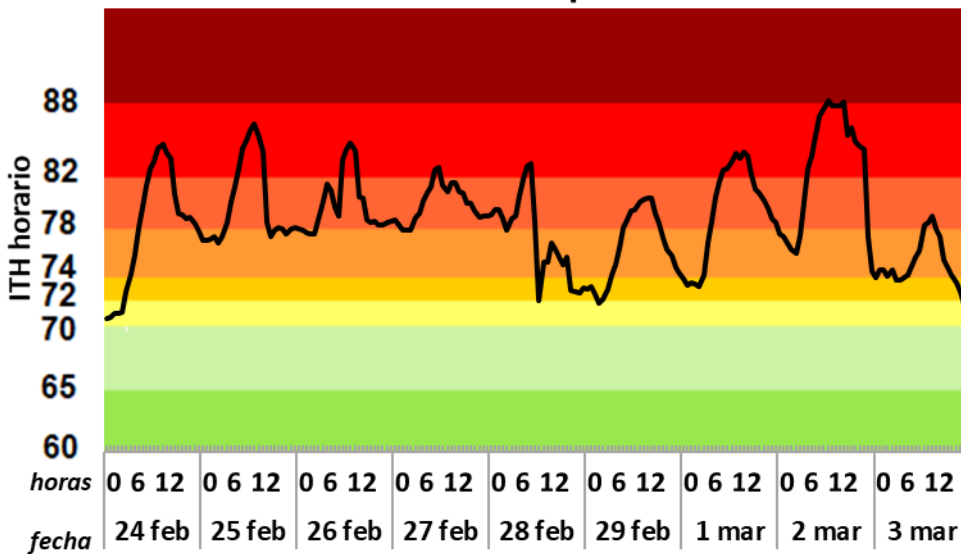
En el análisis horario se observan varios períodos entre 11 y 20 horas con el ITH superior a 82, por lo que se puede producir la muerte de los animales si no se toman medidas.

En cuanto a la ola de calor, se extendió del 11 al 14 de marzo, con valores de temperatura máxima entre 36.4 °C y 40 °C; y temperatura mínima entre 24.7 °C y 28.8 °C. Además, se registró un récord en la temperatura para el mes de marzo de 28.8 °C el día 14 de marzo, siendo el récord anterior de 27.8 °C observado el 16/03/2002 (período 1961-2023)

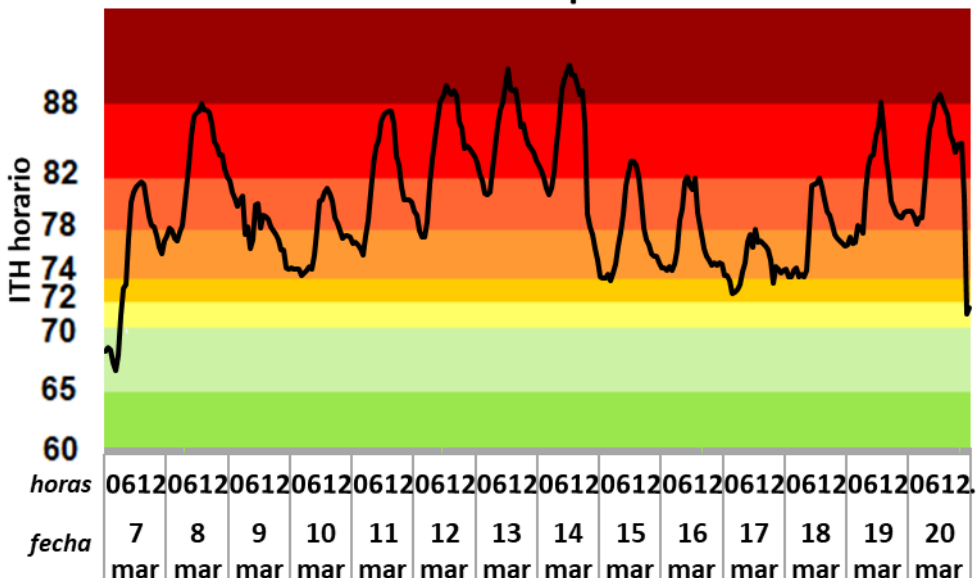
En Reconquista los umbrales para determinar ola de calor son:

- Temperatura máxima = 35.3 °C
- Temperatura mínima = 22.8 °C

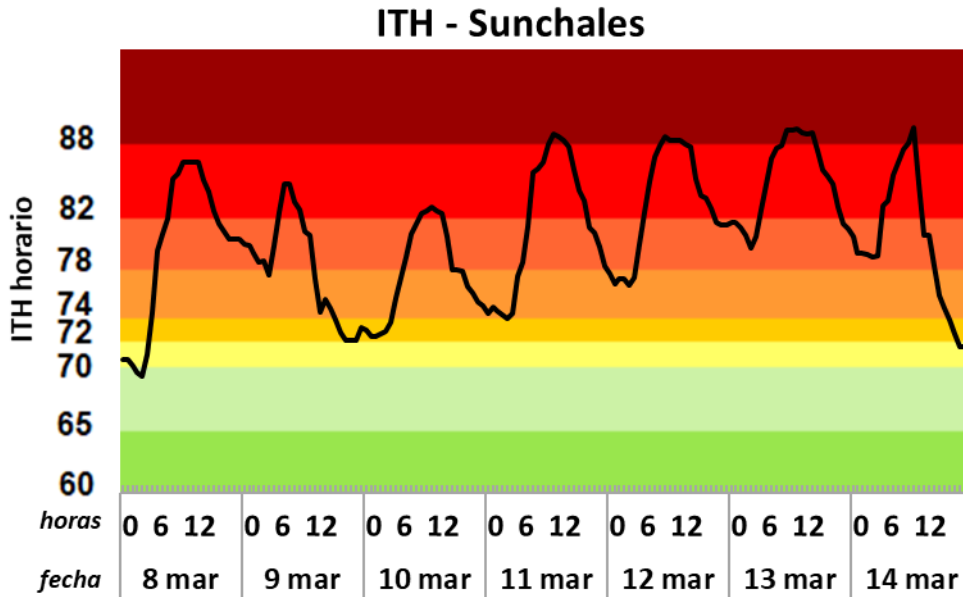
### ITH - Reconquista



### ITH - Reconquista



En Sunchales las condiciones ambientales desfavorables para el ganado se extendieron del 8 al 14 de marzo, en esta localidad se registraron 159 horas consecutivas (6 días) con el ITH superior a 72. En el análisis horario también se observan 6 períodos donde se superó el umbral de 82, lo cual indica que puede ocurrir la muerte de los animales, la mayor duración fue el día 13 de marzo, con 16 horas consecutivas con el ITH mayor a 82.

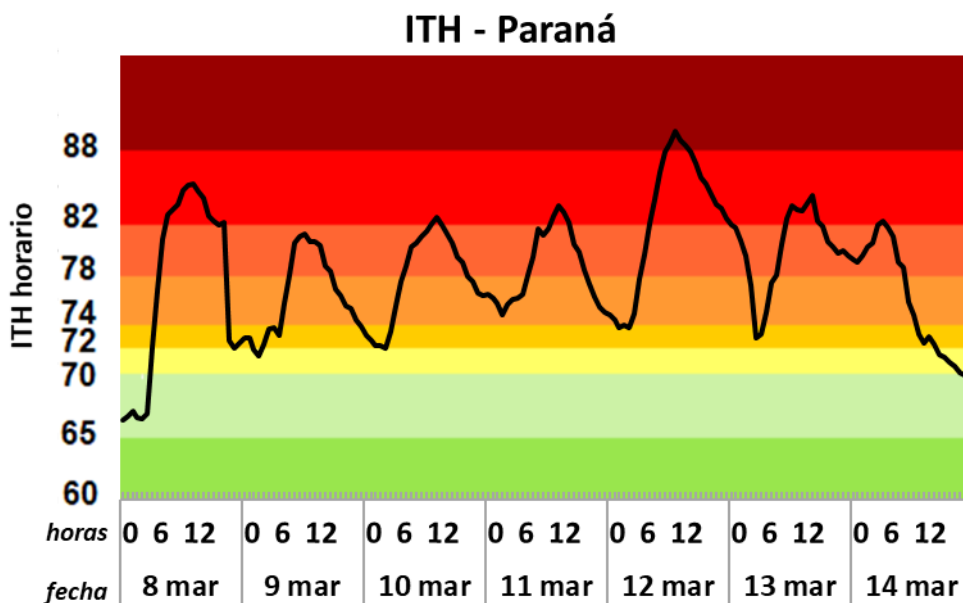


En Paraná la ola de calor abarcó del 11 al 13 de marzo, registrándose temperaturas máximas entre 34.0 °C a 38.6 °C y temperaturas mínimas entre 23.3 °C a 24.4 °C. El día 12 de marzo se registró una temperatura máxima récord para el mes de 38.6 °C, que superó al récord previo de 38.4 °C observado el 6/3/1970 (período 1961-2023).

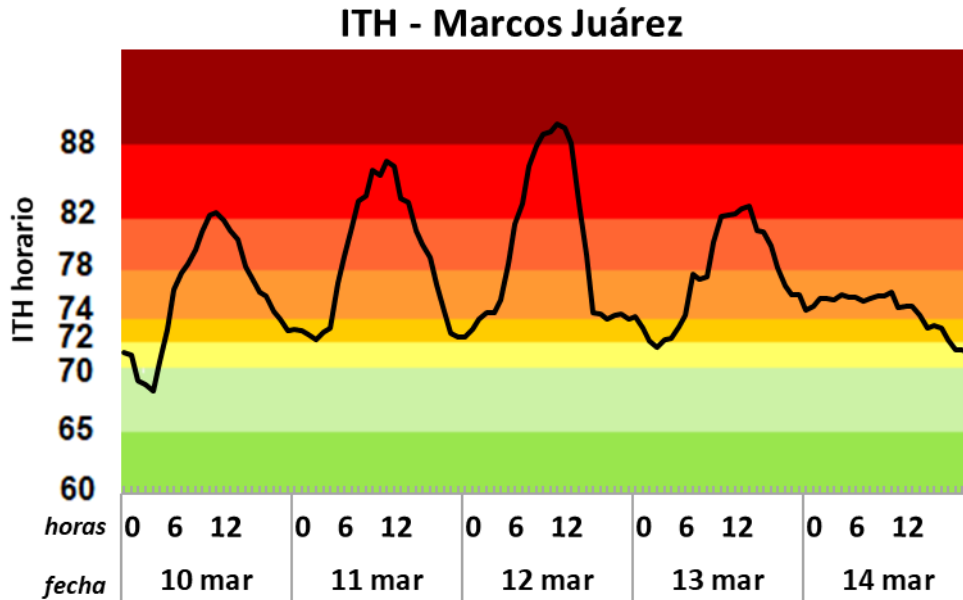
Las temperaturas base que definen una ola de calor en Paraná son:

- Temperatura máxima = 33.7 °C
- Temperatura mínima = 21 °C

Con respecto a los valores de temperatura y humedad, el período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado abarcó del 8 al 14 de febrero, registrándose 133 horas consecutivas con el ITH superior a 72 (del 9 al 14 de marzo). Asimismo, en el análisis horario se observó un período de 16 horas consecutivas con el ITH superior a 82, por lo que se puede producir la muerte de los animales si no se toman medidas.



En Marcos Juárez se registraron condiciones ambientales desfavorables para el ganado del 10 al 14 de marzo, registrándose 69 horas consecutivas (casi 3 días) con ITH mayor a 72 del 10 al 13 de marzo. En esta localidad se destaca también que el umbral de emergencia (ITH > 82) se superó durante 9 horas consecutivas el día 12 de marzo.



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

### 3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de precipitación de las distintas décadas del mes de marzo de 2024.

#### 3.1 PRIMERA DÉCADA

Durante los primeros días de marzo, los anticiclones semipermanentes de ambos océanos se mantuvieron alejados de las costas; la circulación fue determinada mayormente por un centro de alta presión de menor diámetro ubicado sobre Buenos Aires que se desplazó hacia el noreste, frente a las costas de Uruguay y Brasil antes de alejarse hacia el este, y varios centros ciclónicos formados al sur de las Islas Malvinas de rápida evolución a lo largo del Océano Atlántico. Los sistemas frontales que atravesaron la Patagonia fueron más bien débiles, provocando precipitaciones en el sur y centro-oeste de la región, en tanto que el flujo cálido y húmedo del norte tuvo como consecuencia las lluvias registradas en todo el sector norte del país.

Los mayores montos acumulados se registraron principalmente en el centro y sur del Litoral y en la provincia de Buenos Aires, zonas coincidentes con los desvíos positivos más importantes, mientras que el norte, el centro y la diagonal que atraviesa desde Neuquén hasta la costa de Chubut sufrieron déficits (Tabla I).



Las precipitaciones abundantes ocurridas en Corrientes, Entre Ríos y el centro de Buenos Aires determinaron el humedecimiento de los suelos en esas zonas, provocando algunos excesos hídricos. El extremo norte, parte del NOA y principalmente la región central del país, en cambio, registraron secamientos, quedando en condiciones dispares con un marcado gradiente NO-SE.

Tabla I. Precipitaciones diarias (mm) más altas.

Localidad	Provincia	Precipitación acumulada (mm)	Anomalía (mm) - (Anomalía porcentual (%))
Corrientes Aero	Corrientes	233.2	172.4 (283.6)
Gualedguaychú Aero	Entre Ríos	139	93.9 (208.2)
Bolívar Aero	Buenos Aires	130.3	77.2 (145.4)
Concordia Aero	Entre Ríos	130	74.1 (132.6)
Jujuy U N	Jujuy	129	54.5 (73.2)
Resistencia Aero	Chaco	124.3	68.4 (122.4)
Monte Caseros Aero	Corrientes	117.4	68.8 (141.6)
Paso De Los Libres Aero	Corrientes	102	45.0 (78.9)
Las Flores Aero	Buenos Aires	99	53.7 (118.5)
General Pico Aero	La Pampa	6.5	-39.7 (-85.9)
Sunchales Aero	Santa Fe	10	-41.7 (-80.7)
Córdoba Aero	Córdoba	0.5	-42.7 (-98.8)
Rafaela Aero	Santa Fe	0	-44.1 (-100)
Ituzaingó	Corrientes	19	-47.7 (-71.5)
Las Lomitas	Formosa	6	-52.4 (-89.7)
Maquinchao	Río Negro	0.4	-6.3 (-94.0)
Trelew Aero	Chubut	0.2	-4.2 (-95.5)

## DÉCADA 1 MARZO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	87.0	36.8	4	53.0	10
Bahía Blanca	Buenos Aires	4.0	-17.7	1	4.0	8
Balcarce	Buenos Aires	14.4	-20.3	3	5.3	1
Bolívar	Buenos Aires	130.3	77.2	3	60.0	7
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-28.9	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	7.2	-35.0	2	3.4	8
Coronel Suarez	Buenos Aires	51.0	25.2	3	33.0	10
Ezeiza	Buenos Aires	0.2	-35.6	0	-	-
Junín	Buenos Aires	34.0	-12.4	3	17.0	1
La Plata	Buenos Aires	24.0	-15.8	2	15.0	8
Las Flores	Buenos Aires	99.0	53.7	5	44.0	2
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.7	-13.9	3	18.0	1
Nueve de Julio	Buenos Aires	22.0	-29.1	3	9.0	8
Pehuajó	Buenos Aires	22.0	-24.2	3	10.0	8
Pigüé	Buenos Aires	32.0	4.6	4	9.0	7
San Pedro	Buenos Aires	52.3	4.2	2	26.5	2
Tandil	Buenos Aires	97.0	57.9	4	57.0	10
Tres Arroyos	Buenos Aires	13.8	-19.7	2	9.0	10
Laboulaye	Córdoba	44.0	-3.7	2	35.0	10
Manfredi	Córdoba	0.0	-30.2	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	3.0	-33.0	1	3.0	2
Pilar	Córdoba	0.0	-30.9	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	4.0	-31.5	1	4.0	8
C. del Uruguay	Entre Ríos	100.6	62.2	2	63.8	8
Concordia	Entre Ríos	130.0	74.1	2	81.0	8
Gualeguaychú	Entre Ríos	139.0	93.9	3	89.0	2
Paraná	Entre Ríos	37.0	-20.0	2	27.0	2
Anguil	La Pampa	9.8	-30.2	2	5.5	8
General Pico	La Pampa	6.5	-39.7	1	6.0	10
Santa Rosa	La Pampa	47.4	15.9	3	41.0	8
Ceres	Santa Fe	74.0	17.2	3	58.0	9
Rafaela	Santa Fe	5.7	-50.9	1	4.8	9
Reconquista	Santa Fe	44.0	-8.0	3	32.0	2
Rosario	Santa Fe	76.0	25.3	2	56.0	2

### 3.2 SEGUNDA DÉCADA

Las lluvias fueron muy abundantes: todos los días se registraron precipitaciones de más de 70 mm en alguna localidad, el detalle se muestra en la Tabla II.

En el inicio de la década la presencia de un centro de baja presión en el NOA y un sistema de alta presión en el océano Atlántico, generaron circulación de aire del sector norte en el centro y norte del país produciendo elevadas temperaturas en esas zonas; el frente cálido asociado a esta situación se ubicó en el sur del Litoral y generó lluvias y tormentas en ese sector y en Buenos Aires, con importante caída en solo 24 horas. Un frente frío avanzó hacia la región Pampeana, permaneciendo como frente estacionario en el sur del Litoral, persistiendo las lluvias y tormentas en esa zona y todo el Litoral, así como también las elevadas temperaturas en el centro y norte del país.

A mediados de la década, en el norte del país comenzaron a registrarse abundantes precipitaciones asociadas al centro de baja presión que aún permanecía en esa zona. Por otra parte, el avance de un frente frío hacia la región del Litoral, generó abundantes lluvias en esa zona y permaneció estacionado hasta que culminó la década.

Durante los últimos días de la década, otro sistema frontal se estacionó en el centro de Buenos Aires generando lluvias abundantes y tormentas en esta provincia.

La precipitación total de la década superó ampliamente los 100 mm en la región productiva de secano y en parte del NOA, resultando superior a lo normal (climatología 1991-2020) en esas zonas. Además se destaca la frecuencia de estas precipitaciones, ya que llovió en gran parte de la década, lo cual es anómalo.

Las precipitaciones abundantes ocurridas en el este de la zona productiva de secano y en el centro de Salta, recargaron de humedad los suelos provocando excesos hídricos.

Tabla II. Precipitaciones diarias (mm) más altas que superaron los 50 mm.

Localidad	Provincia	Precipitación diaria (mm)	Fecha
Morón	Buenos Aires	135	11/3/2024
El Palomar Aero	Buenos Aires	124	20/3/2024
Gualedguaychú Aero	Entre Ríos	119	14/3/2024
Olavarría Aero	Buenos Aires	117	17/3/2024
Aeroparque	Buenos Aires	107	11/3/2024
Ezeiza Aero	Buenos Aires	104	11/3/2024
Ezeiza Aero	Buenos Aires	103	19/3/2024
Corrientes Aero	Corrientes	102	17/3/2024
Observatorio Buenos Aires	Buenos Aires	95	11/3/2024
Monte Caseros Aero	Corrientes	94	16/3/2024
El Palomar Aero	Buenos Aires	89	11/3/2024
Olavarría Aero	Buenos Aires	88	11/3/2024
La Plata Aero	Buenos Aires	86	12/3/2024
La Plata Aero	Buenos Aires	86	19/3/2024
Azul Aero	Buenos Aires	85	17/3/2024
Ituzaingó	Corrientes	85	20/3/2024

Ituzaingó	Corrientes	84	16/3/2024
Metán	Salta	83	18/3/2024
Aeroparque	Buenos Aires	81	13/3/2024
El Palomar Aero	Buenos Aires	78	12/3/2024
Oberá Aero	Misiones	75	17/3/2024
Observatorio Buenos Aires	Buenos Aires	75	20/3/2024
Rosario Aero	Santa Fe	74	15/3/2024
Monte Caseros Aero	Corrientes	73	14/3/2024
Tucumán Aero	Tucumán	73	16/3/2024
Santa Rosa Aero	La Pampa	69	19/3/2024
San Fernando	Buenos Aires	68	13/3/2024
Morón	Buenos Aires	68	13/3/2024
Concordia Aero	Entre Ríos	68	15/3/2024
Corrientes Aero	Corrientes	65	20/3/2024
Aeroparque	Buenos Aires	65	20/3/2024
Paso De Los Libres Aero	Corrientes	64	14/3/2024
Ezeiza Aero	Buenos Aires	63	12/3/2024
Gualedguaychú Aero	Entre Ríos	63	20/3/2024
Rosario Aero	Santa Fe	62	12/3/2024
Mercedes	Corrientes	60	18/3/2024
Observatorio Buenos Aires	Buenos Aires	57	12/3/2024
Coronel Suárez Aero	Buenos Aires	57	19/3/2024
Azul Aero	Buenos Aires	55	11/3/2024
San Fernando	Buenos Aires	54	11/3/2024
Paso De Los Libres Aero	Corrientes	54	16/3/2024
Punta Indio	Buenos Aires	54	20/3/2024
Pehuajó Aero	Buenos Aires	52	12/3/2024
Rosario Aero	Santa Fe	51	14/3/2024
Monte Caseros Aero	Corrientes	51	15/3/2024
Morón	Buenos Aires	50	12/3/2024
Bolívar Aero	Buenos Aires	50	12/3/2024
El Palomar Aero	Buenos Aires	50	19/3/2024

## DÉCADA 2 MARZO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	210.0	178.6	5	85.0	17
Bahía Blanca	Buenos Aires	15.0	-11.8	1	14.0	11
Balcarce	Buenos Aires	39.2	7.3	5	21.3	17
Bolívar	Buenos Aires	101.8	60.5	3	50.0	12
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-33.5	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	319.2	284.3	7	83.2	11
Coronel Suarez	Buenos Aires	83.3	45.6	4	57.0	19
Ezeiza	Buenos Aires	341.7	304.6	6	104.0	11
Junín	Buenos Aires	75.1	39.2	3	37.0	13
La Plata	Buenos Aires	267.0	227.8	6	86.0	12
Las Flores	Buenos Aires	91.0	56.2	6	35.0	12
Mar Del Plata	Buenos Aires	44.7	13.2	5	12.0	11
Nueve de Julio	Buenos Aires	106.9	67.8	5	39.0	19
Pehuajó	Buenos Aires	99.1	55.5	4	52.0	12
Pigüé	Buenos Aires	42.0	1.7	2	27.0	19
San Pedro	Buenos Aires	141.4	109.8	8	75.8	13
Tandil	Buenos Aires	108.3	78.9	5	38.0	17
Tres Arroyos	Buenos Aires	16.4	-10.4	3	9.0	11
Laboulaye	Córdoba	39.4	-0.9	4	21.0	14
Manfredi	Córdoba	7.3	-23.0	1	5.5	14
Marcos Juárez	Córdoba	59.0	21.6	5	24.0	15
Pilar	Córdoba	11.9	-22.6	1	11.0	14
Río Cuarto	Córdoba	39.5	3.3	4	23.0	12
C. del Uruguay	Entre Ríos	288.5	252.9	6	165.0	14
Concordia	Entre Ríos	143.8	102.1	4	68.0	15
Gualeguaychú	Entre Ríos	314.0	277.5	9	119.0	14
Paraná	Entre Ríos	56.0	5.2	5	25.0	15
Anguil	La Pampa	22.4	-18.8	4	13.8	19
General Pico	La Pampa	35.6	-6.9	3	19.0	17
Santa Rosa	La Pampa	108.0	75.6	3	69.0	19
Ceres	Santa Fe	20.0	-27.9	1	20.0	18
Rafaela	Santa Fe	4.1	-39.9	1	2.5	20
Reconquista	Santa Fe	45.0	2.7	3	30.0	17
Rosario	Santa Fe	245.0	199.7	8	74.0	15



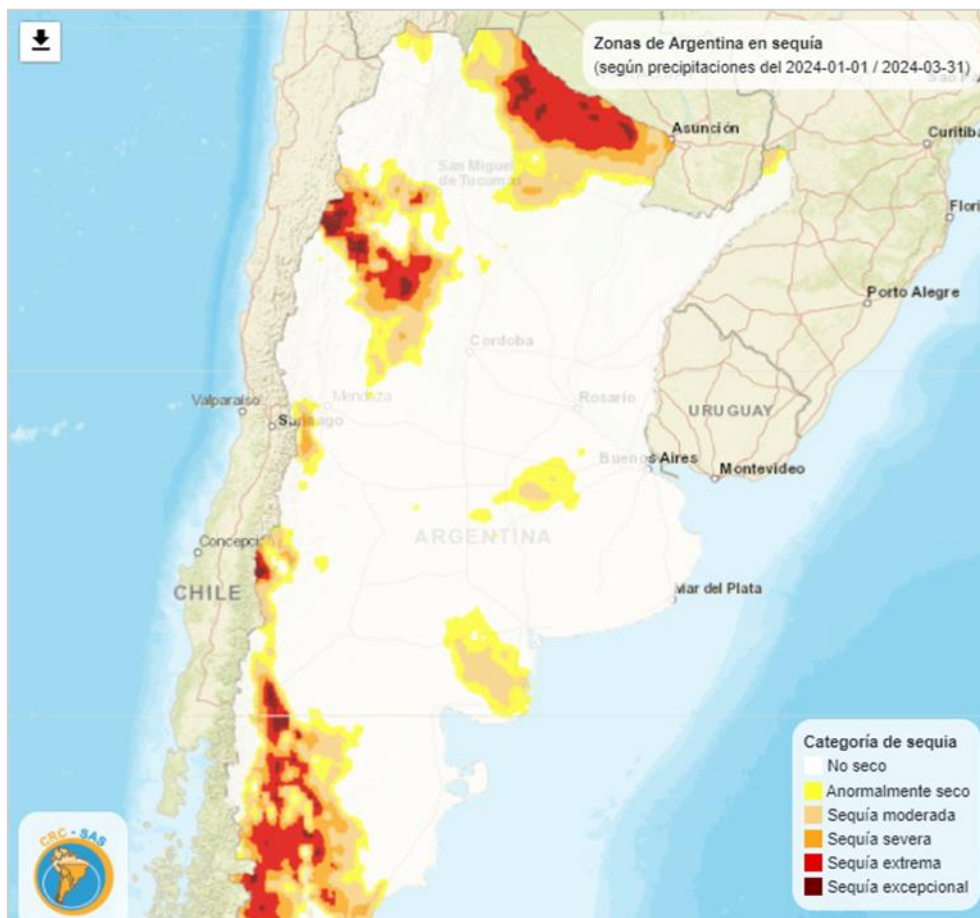
### 3.3 TERCERA DÉCADA

Sucedieron precipitaciones en gran parte del país, sin embargo estuvieron por debajo de la normal en la mayoría de las áreas, excepto en el centro-oeste de Entre Ríos donde las anomalías fueron positivas. Se destacan zonas donde las lluvias decádicas estuvieron muy por debajo del promedio tales como sudeste de Santa Cruz, algunos sectores de Buenos Aires, sur de Córdoba noroeste de Santiago del Estero, este de Salta, este de Tucumán (récord de precipitación decádica más baja según el período 1981-2010) y este de Jujuy (también récord de lluvia decádica más baja 1981-2010).

La disparidad de las precipitaciones ocurridas en la zona productiva de secano produjo, en general, secamiento de los suelos. Por lo tanto, las condiciones hídricas de suelos van de sequía a excesos.

Las áreas que se encuentran en diferentes categorías de sequía, estimadas mediante el producto CHIRPS para el período comprendido entre el 1 de enero del 2024 y el 31 de marzo del 2024 (tres meses), son principalmente: el este de Salta, Formosa, noroeste de Chaco del NOA, norte de Cuyo y el oeste de la Patagonia norte y central.

*El producto CHIRPS estima precipitaciones combinando datos satelitales con observaciones in situ de las estaciones meteorológicas. Las categorías de sequía se calculan en base a percentiles de precipitación acumulada tomando como período de referencia los 35 años comprendidos entre 1982 y 2016 inclusive. En base a estos percentiles, se asigna una categoría de sequía según las especificaciones del United States Drought Monitor.*



## DÉCADA 3 MARZO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	5.3	-27.0	2	3.0	30
Bahía Blanca	Buenos Aires	9.0	-13.2	1	8.0	26
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-17.8	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	26.0	-16.3	2	14.0	30
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-22.6	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	0.6	-33.0	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	6.0	-23.8	1	5.0	27
Ezeiza	Buenos Aires	1.0	-26.2	0	-	-
Junín	Buenos Aires	10.0	-36.1	1	10.0	31
La Plata	Buenos Aires	0.5	-26.9	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	4.6	-34.0	1	4.0	30
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.1	-23.1	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	0.0	-49.2	0	-	-
Pehuajó	Buenos Aires	18.5	-20.2	1	18.0	27
Pigüé	Buenos Aires	0.0	-30.3	0	-	-
San Pedro	Buenos Aires	0.0	-40.7	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	6.0	-17.2	2	4.0	26
Tres Arroyos	Buenos Aires	15.5	-4.0	2	10.0	26
Laboulaye	Córdoba	2.0	-38.6	1	2.0	27
Manfredi	Córdoba	4.8	-27.7	1	4.8	27
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-36.2	0	-	-
Pilar	Córdoba	0.6	-31.5	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.5	-29.7	0	-	-
C. del Uruguay	Entre Ríos	48.6	20.2	2	41.8	31
Concordia	Entre Ríos	17.0	-21.7	1	17.0	31
Gualedaychú	Entre Ríos	65.0	18.2	2	40.0	31
Paraná	Entre Ríos	83.0	43.3	1	82.0	31
Anguil	La Pampa	5.5	-32.0	1	5.5	27
General Pico	La Pampa	12.0	-29.9	1	12.0	27
Santa Rosa	La Pampa	48.0	12.9	1	48.0	27
Ceres	Santa Fe	46.0	3.3	2	29.0	30
Rafaela	Santa Fe	7.1	-38.2	1	6.3	31
Reconquista	Santa Fe	15.0	-29.1	1	15.0	31
Rosario	Santa Fe	8.0	-34.5	1	8.0	31

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

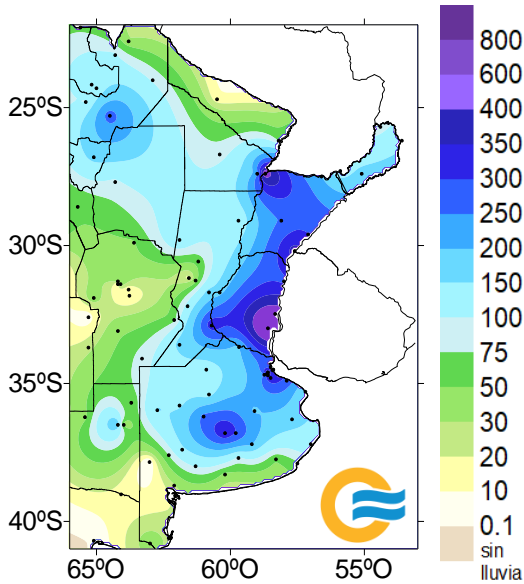
PD: precipitación (mm) total de la década  
DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1991-2020  
MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas

Dllu: días con precipitación > 1 mm  
DN: desvío del promedio  
DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

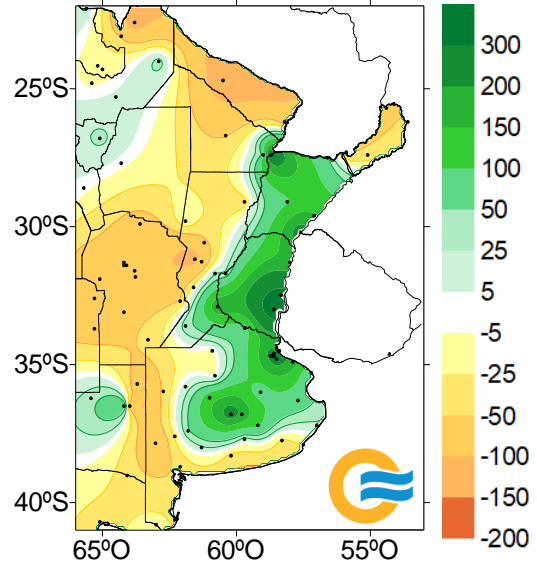
3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

**MARZO 2024**

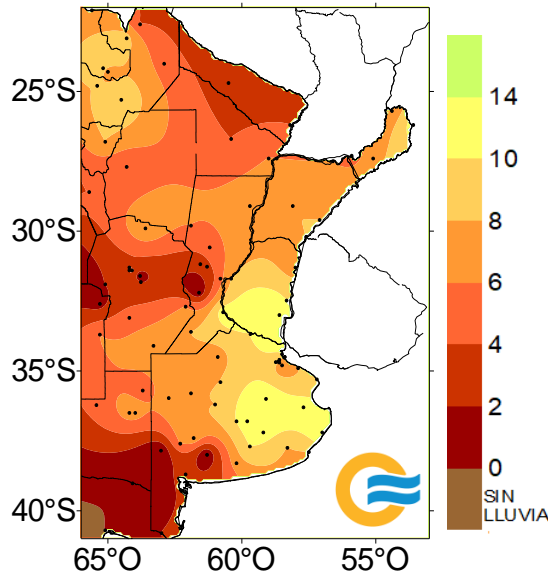
PRECIPITACIÓN (mm)



DESVÍO (mm)

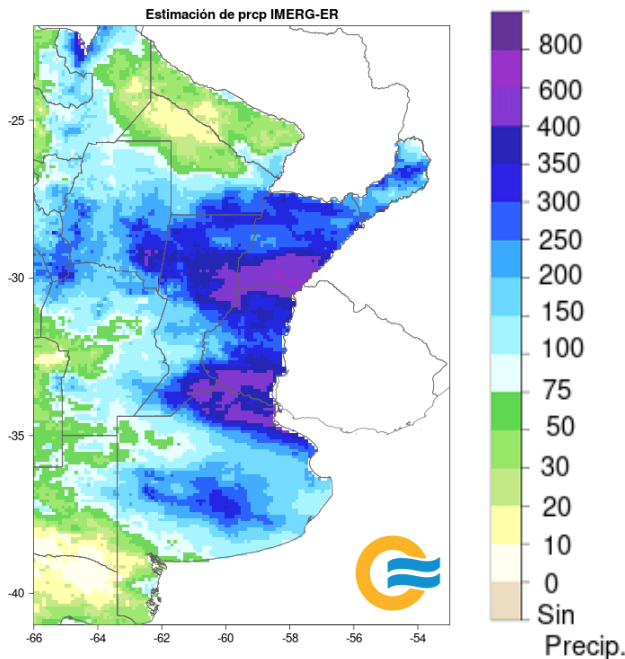


DÍAS CON PRECIPITACIÓN

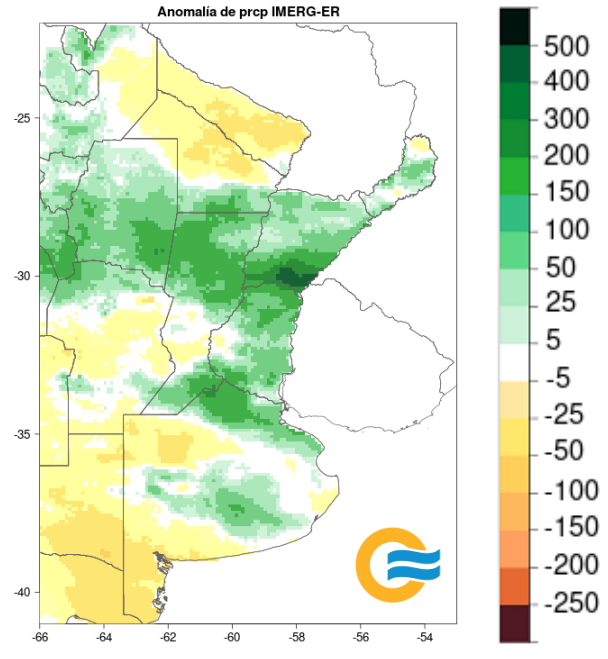


## PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG\_ER MARZO 2024

PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)



ANOMALÍA DE PRECIPITACIÓN (mm)  
RESPECTO AL PROMEDIO 2001-2020



## 4. ÍNDICES SATELITALES

### 4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

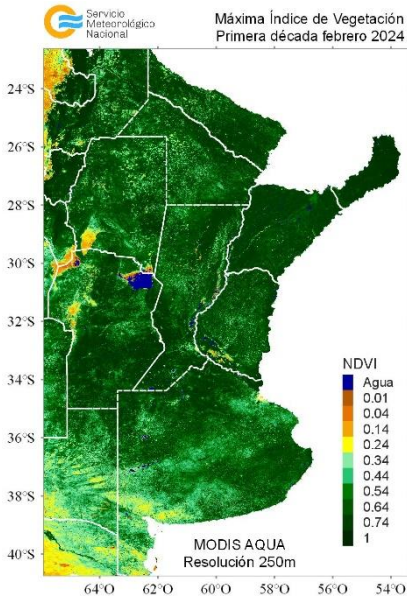
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de febrero y marzo de 2024. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. En cada década se observa un aumento de la actividad fotosintética respecto al mes previo, excepto de la tercera donde el vigor de la vegetación disminuye en el sur de Córdoba y sur de Santa Fe.

Los cultivos están en etapa de cosecha en gran parte de la zona, salvo la soja y el sorgo que en su mayoría se encuentran en la fase de llenado de granos.

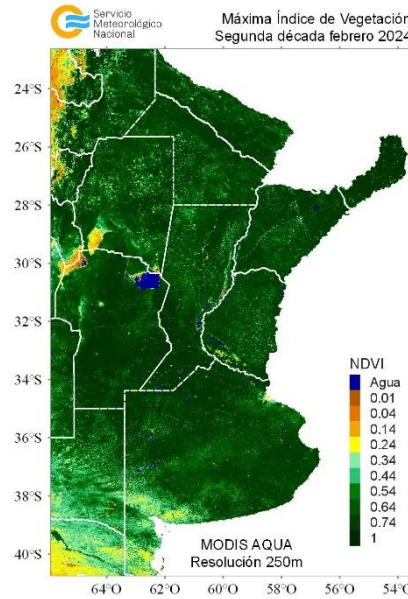


**FEBRERO 2024**

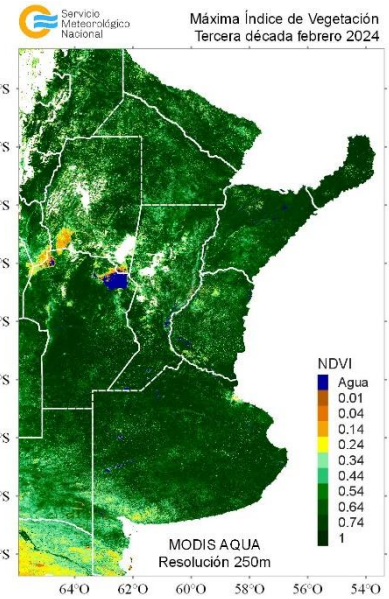
**DÉCADA 1**



**DÉCADA 2**

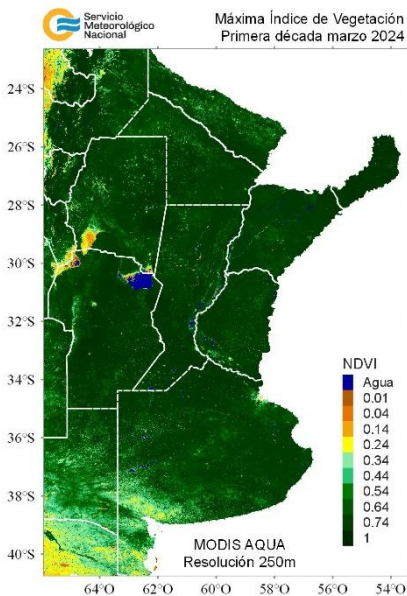


**DÉCADA 3**

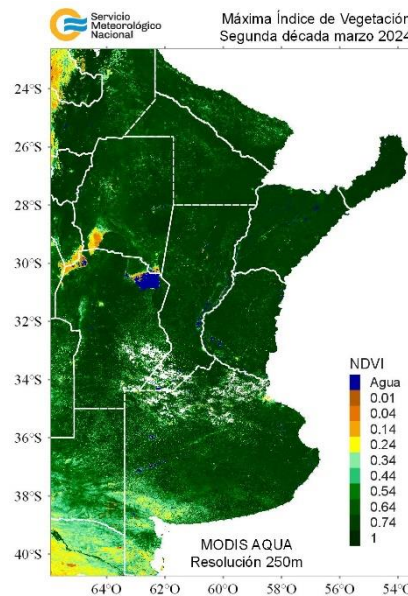


**MARZO 2024**

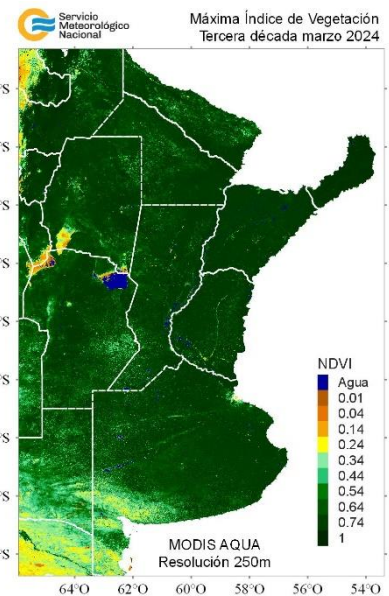
**DÉCADA 1**



**DÉCADA 2**



**DÉCADA 3**



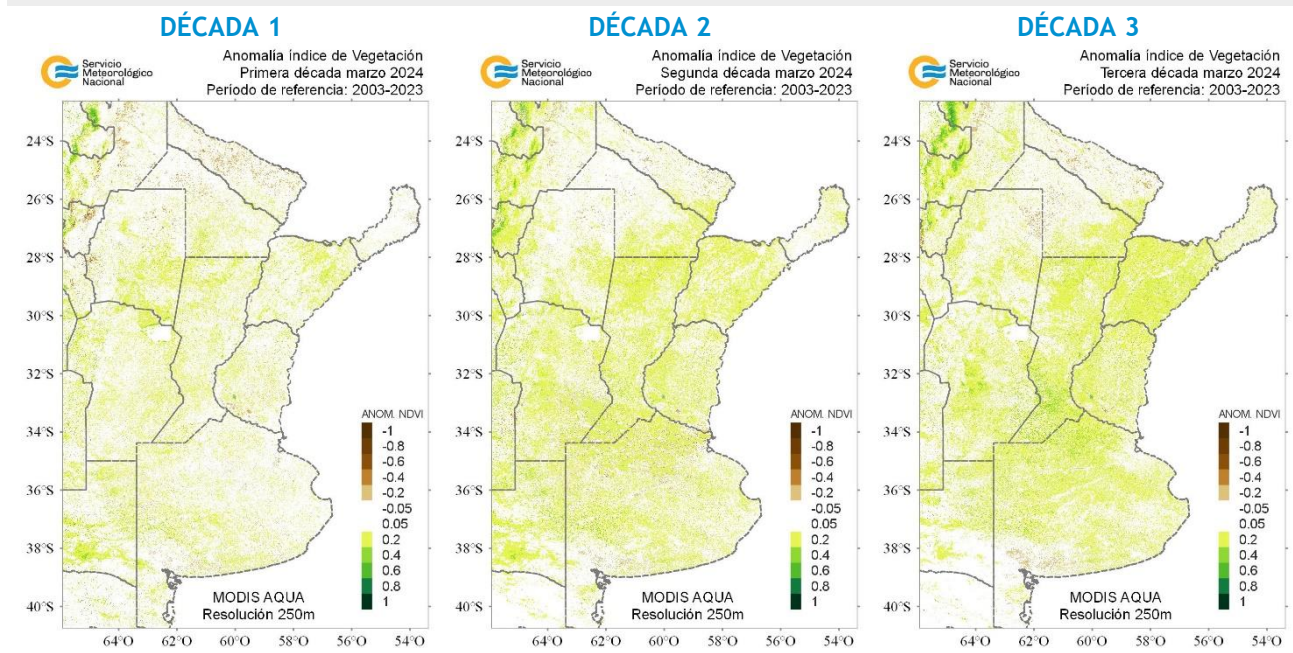
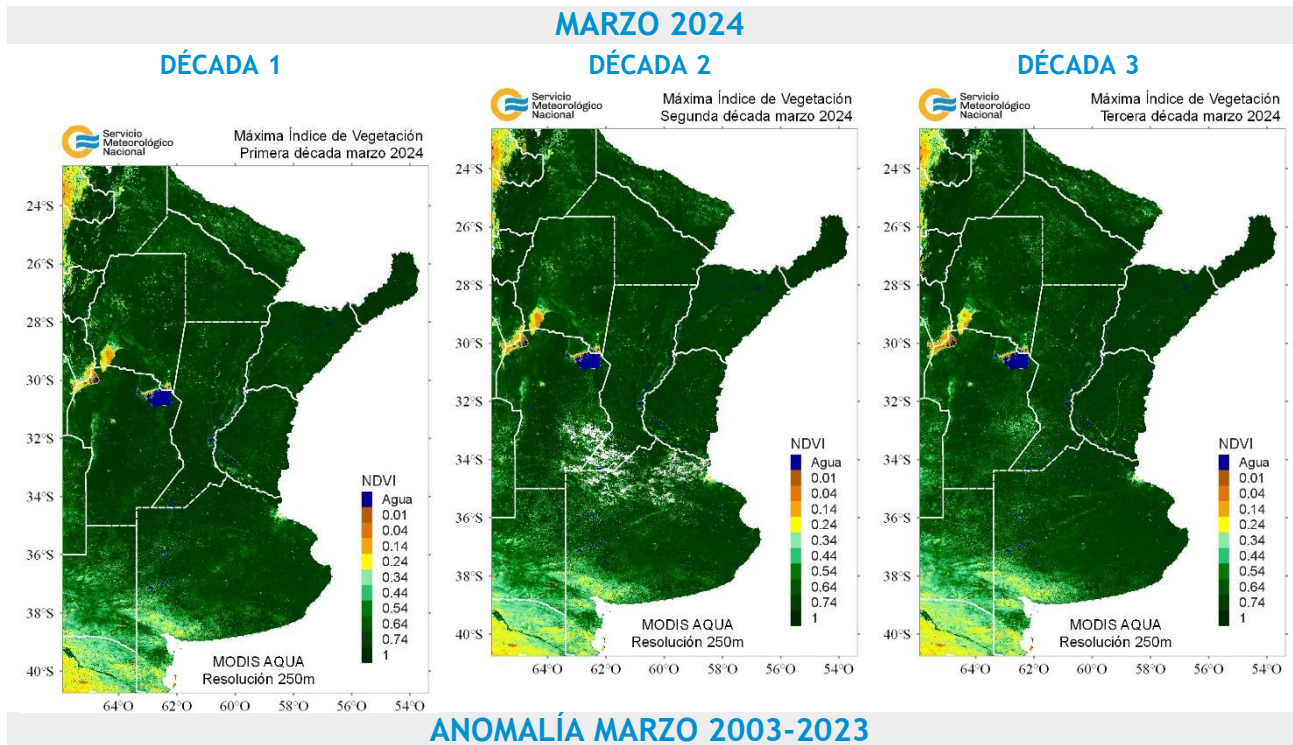
**4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN**

En los siguientes mapas se presenta los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de marzo de 2024 y su anomalía respecto al promedio 2003-2023 (período de referencia). El mapa de anomalía del índice de vegetación es la resultante de la diferencia entre las décadas del mes actual finalizado y el periodo de referencia.

Los tonos marrones corresponden a un índice de vegetación menor con respecto al periodo de referencia, los tonos verdes corresponden a un índice de vegetación mayor con respecto al periodo de referencia y el blanco que se mantienen iguales o muy poca variación respecto al periodo de referencia.



En la mayoría de la zona de cultivos de secano la anomalía es positiva; los desvíos negativos respecto a los 20 años previos se registran en gran parte de Formosa y Chaco.



### 4.3. HUMEDAD DEL SUELO

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

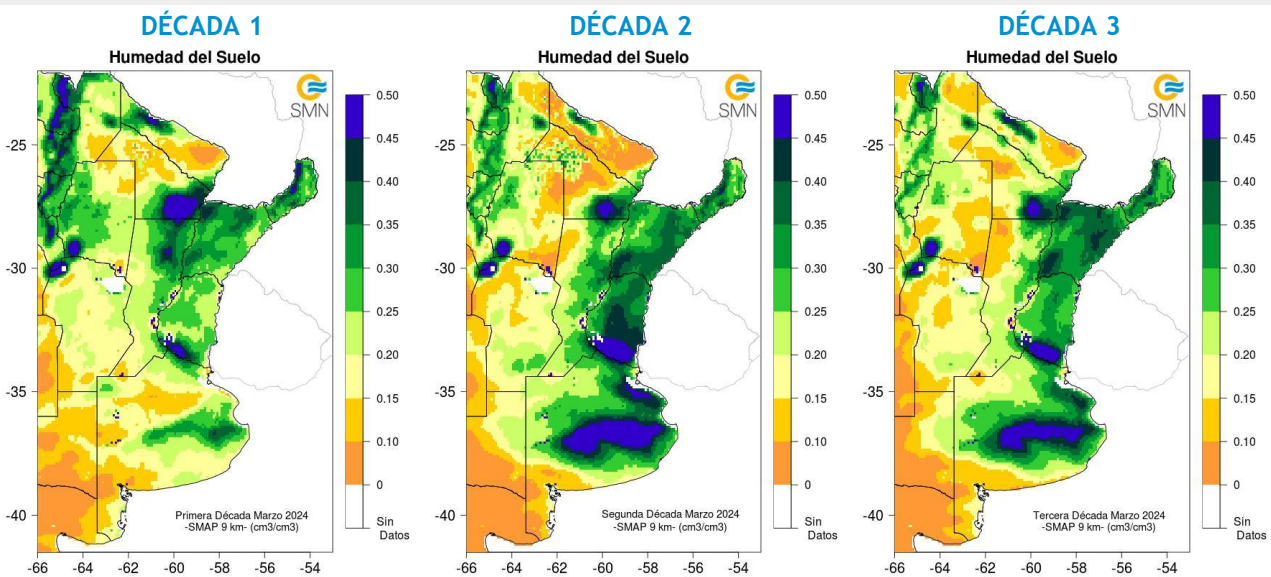


Los valores de la estimación son una representación de la humedad volumétrica del suelo (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>), es decir, la relación entre el volumen de agua y el volumen total del suelo (considerando la fase sólida, líquida y gaseosa presente en el suelo).

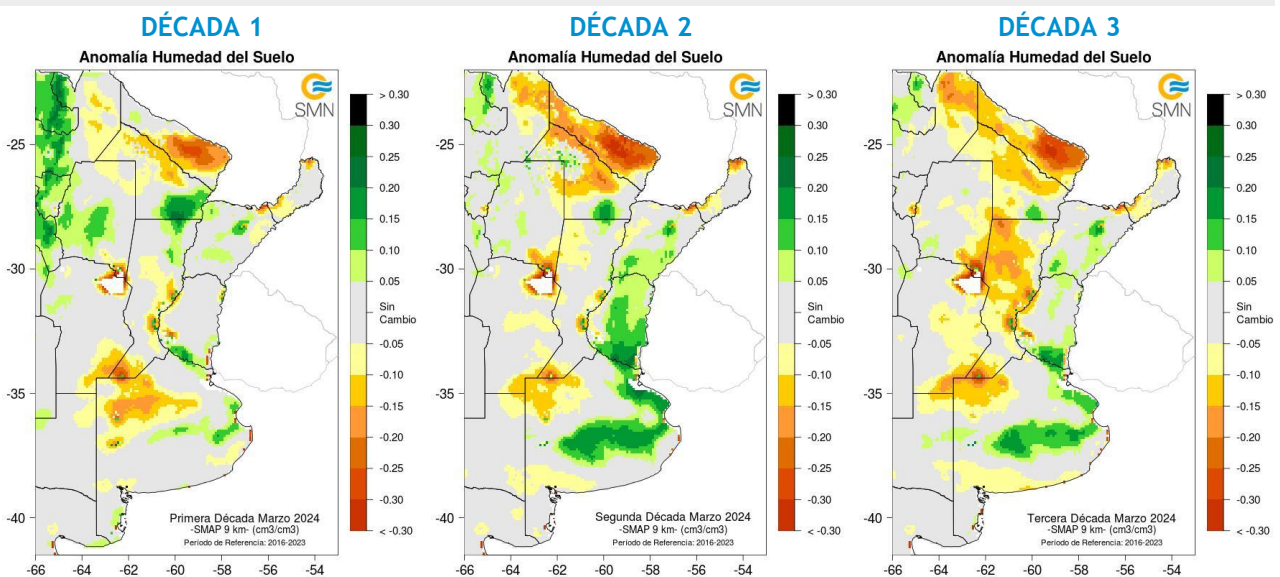
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2024 respecto al periodo 2016-2023, para cada década.

El impacto de las precipitaciones ocurridas en la primera y segunda década de marzo se observa a lo largo todo el mes en el este de la región de cultivos de secano, ya que los suelos se mantienen con buena humedad incluso mayor que el promedio 2016-2023.

### MARZO 2024 HUMEDAD DEL SUELO



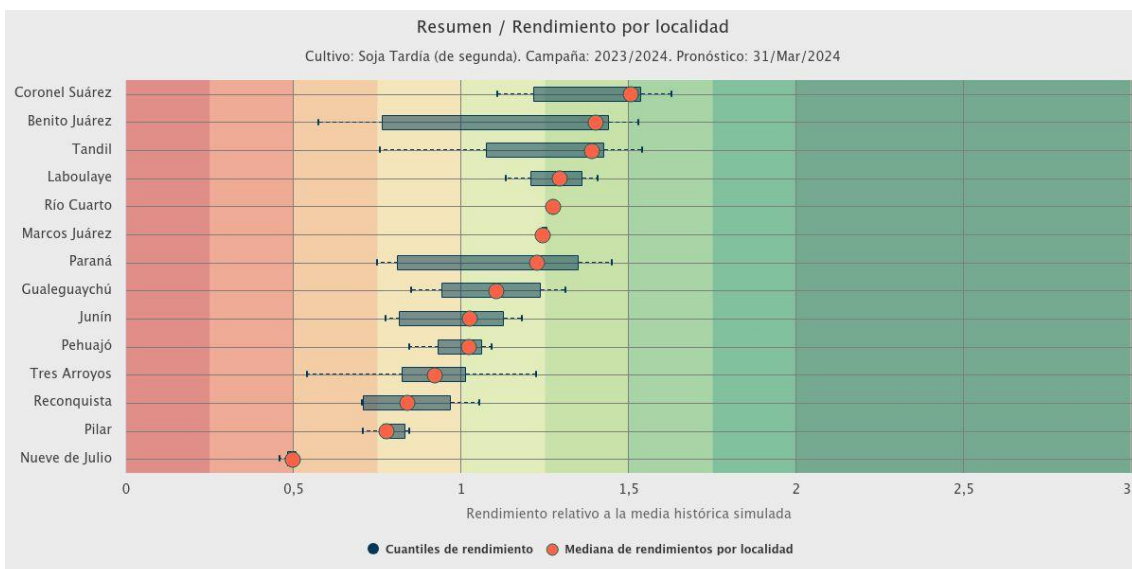
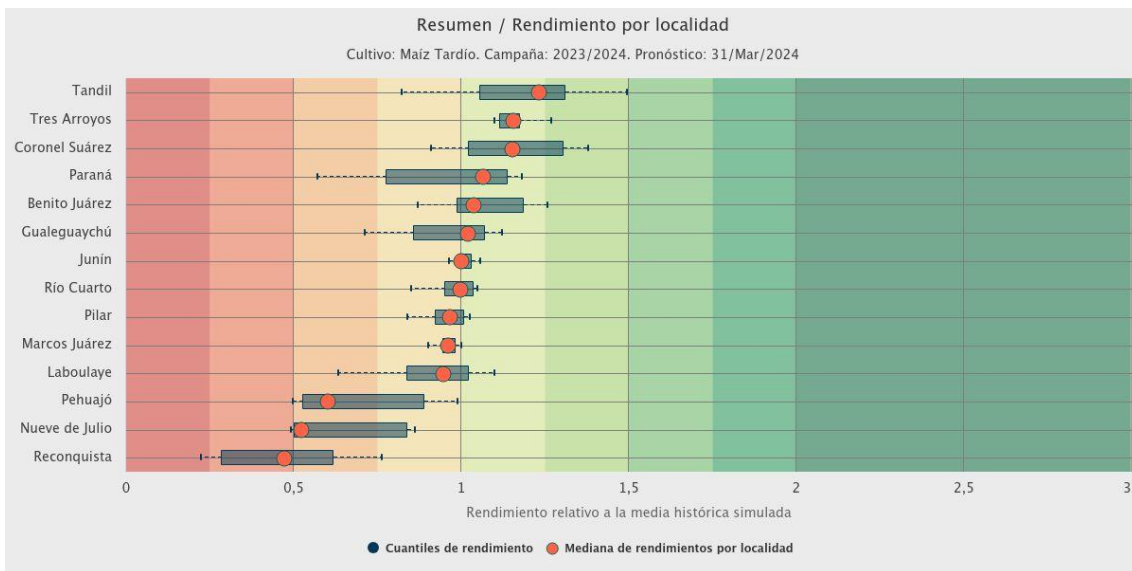
### ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



## 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 31/03/2024 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gob.ar/>).

En las figuras a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para el maíz y la soja de siembra tardía en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Se destacan mejores perspectivas de rinde en el caso de la soja para la mayoría de las localidades simuladas respecto al maíz, y esto se debe principalmente a que la soja fue sembrada de manera más tardía, por lo que atravesó la mayor parte de su ciclo fenológico bajo muy buenas condiciones hídricas debido al aporte pluviométrico registrado.



## DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

### TEMPERATURA

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

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

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

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

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

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

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

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

### GRADOS DIAS

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

**GD:** Temperatura media diaria - Temperatura base

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

### PRECIPITACIONES

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

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

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

### PRECIPITACIÓN ESTIMADA IMERG\_ER

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

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

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

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

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

Más información:

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



## NDVI (índice de vegetación normalizado)

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

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

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

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

## HUMEDAD DEL SUELO

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

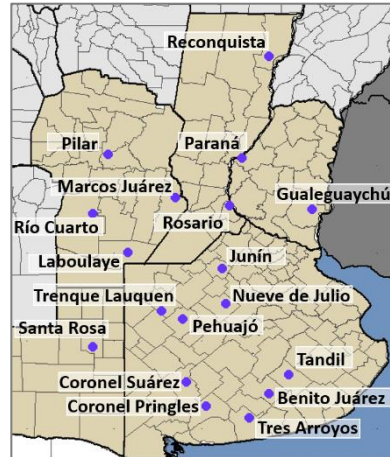
La resolución temporal del satélite es de 3 días, por lo que se obtiene un mapa integrado para la región Argentina con dicha frecuencia, tanto para las pasadas descendentes (6 am – hora local), como las ascendentes (6 pm – hora local). De esta forma, si los datos son óptimos se consideran, para el promedio decádico, 6 imágenes para cada década (3 ascendentes y 3 descendentes). Los valores de la estimación, son una representación de la humedad volumétrica del suelo (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 de humedad del suelo** es calculada como la diferencia entre la década de interés correspondiente al año 2023, respecto al promedio 2015- 2022, para cada década específica.

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

## PRORINDES

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



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

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

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

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

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

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

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

María Gabriela 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.

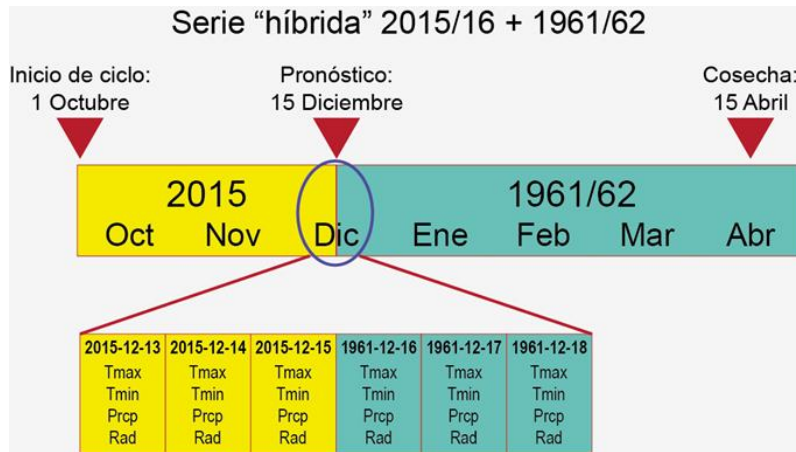


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

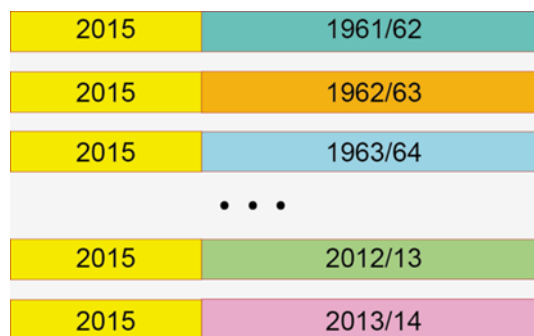


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

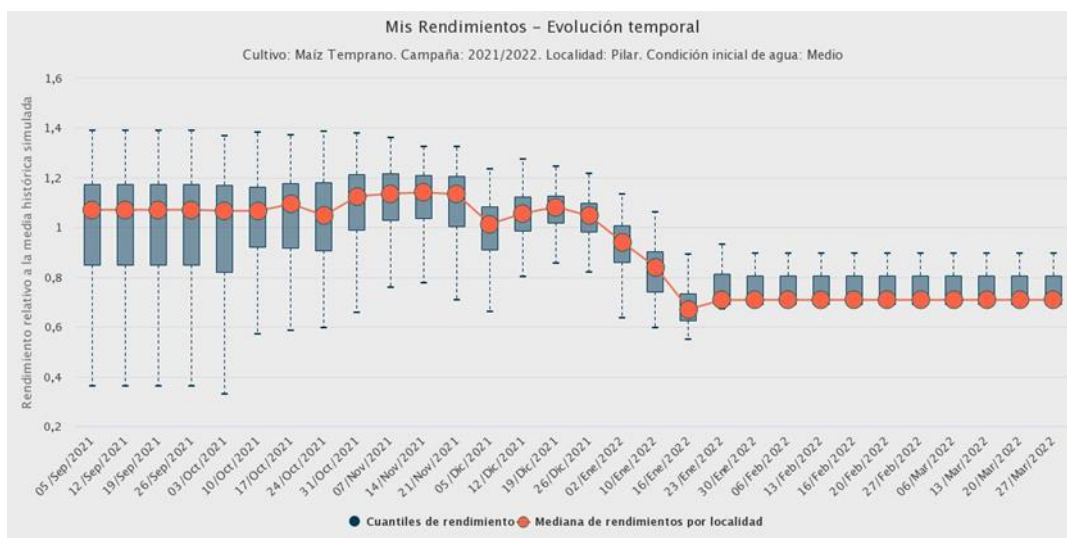
En la Figura 3 se muestra la construcción de múltiples series climáticas híbridas para un pronóstico de rendimiento emitido el 15 de diciembre de 2015. Cada una de las series combina datos observados para 2015/16 y series históricas 1961-2014 alimentan al sistema ProRindeS, lo que resulta en 54 rendimientos 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 pestes, malezas y enfermedades (los modelos asumen que el cultivo se mantiene libre de estos factores). En años o localidades donde ha habido fuerte incidencia de estos factores, el rendimiento real probablemente sea menor que el rendimiento simulado por ProRindeS. Otro factor que los modelos no capturan es la presencia de exceso de agua (anegamiento o encharcado). Si estos excesos existen, los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. A la inversa, los efectos beneficiosos de una napa freática accesible a las raíces de un cultivo no serán reflejados por las simulaciones si faltan lluvias. En este caso, sin embargo, los rendimientos simulados serán algo menores que los reales (si la falta de lluvia es el único factor de estrés), ya que el subsidio de agua aportado por la napa no se ve reflejado por los modelos. De la misma manera, la presencia de excesos de agua (anegamiento o encharcado) no es capturada por los modelos, por lo que nuevamente los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. Tampoco se tienen en cuenta fenómenos climáticos extremos como las heladas.

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

### 1. Introducción

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

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

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

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

## 2.2 Materiales y Métodos

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

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

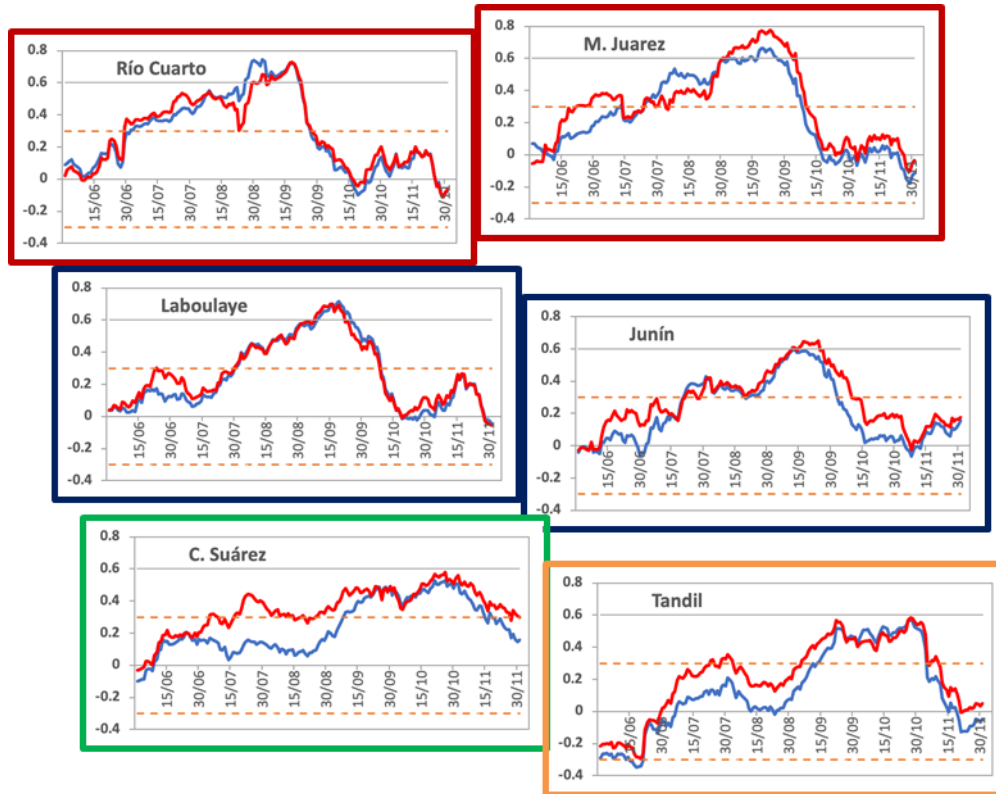
Con el fin de determinar períodos sensibles asociados a las precipitaciones diarias, se trabajó con dos índices hídricos: precipitación acumulada y cantidad de días secos en distintas ventanas móviles de 15, 30 y 60 días. Para cada localidad y ventana móvil se calcularon las correlaciones de Pearson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

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

## 2.3. Resultados y Discusión

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

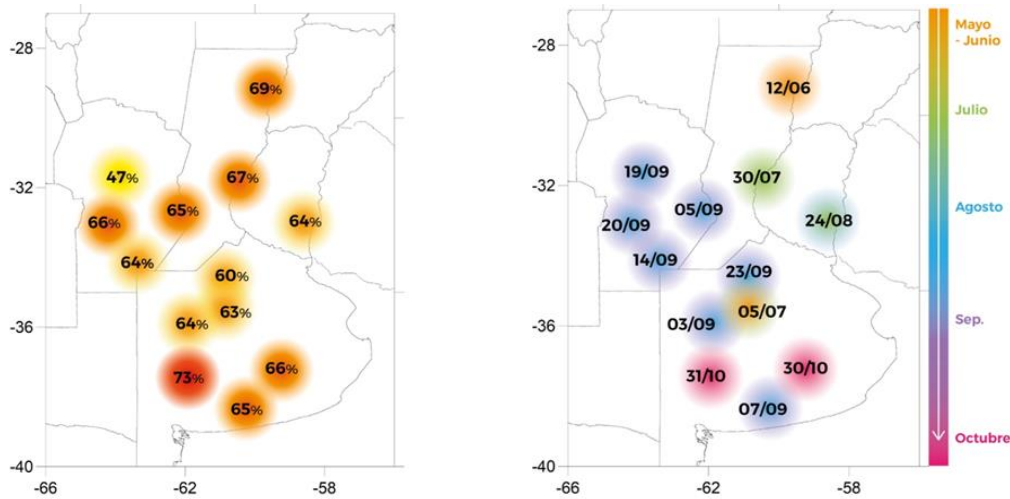




**Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.**

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

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



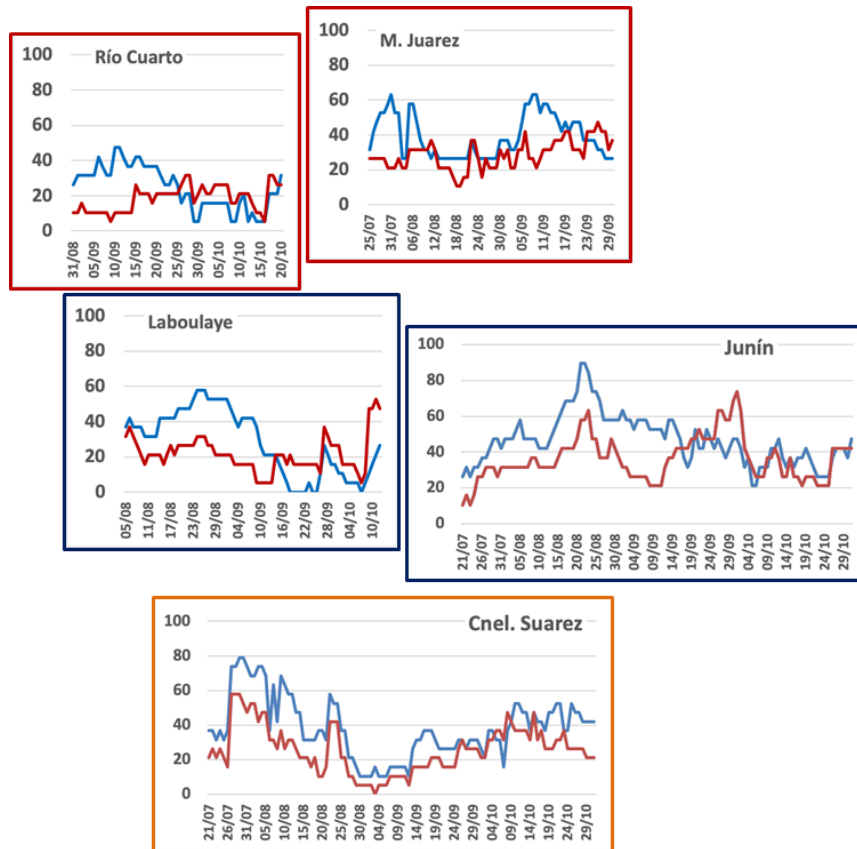
**Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).**

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

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

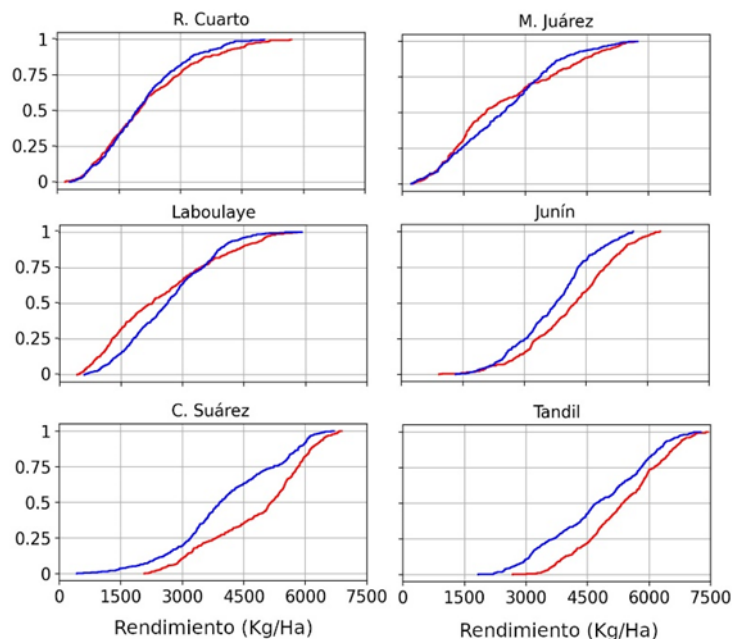
Durante los primeros estadios del ciclo fenológico del trigo se observaron elevadas probabilidades de tener bajos rindes con escasas precipitaciones. Es el caso de las localidades de Coronel Suarez y Junín, cuyas probabilidades son cercanas al 80% (Figura 7).





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

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



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

## 2.4. Conclusiones

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

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

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

## 2.5. Agradecimientos

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

## Bibliografía

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



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)



Año de la Defensa de la Vida, la Libertad y la Propiedad