

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

MARZO 2025

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
Cam 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

 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 | 14 |
| 3.2 | Precipitación acumulada 2da década | 18 |
| 3.3 | Precipitación acumulada 3ra década | 19 |
| 3.4 | Mapas de precipitación | 21 |

4

Índices satelitales

- | | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Índice normalizado de vegetación | 22 |
| 4.2 | Anomalía del índice normalizado de vegetación | 23 |
| 4.3 | Humedad del suelo | 24 |

5

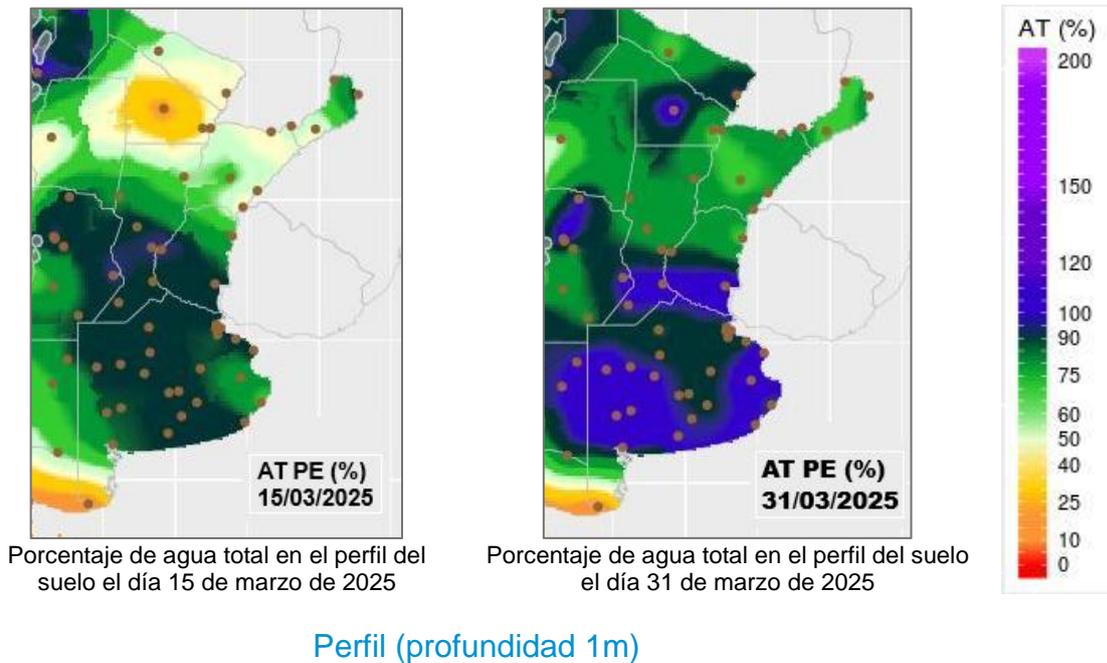
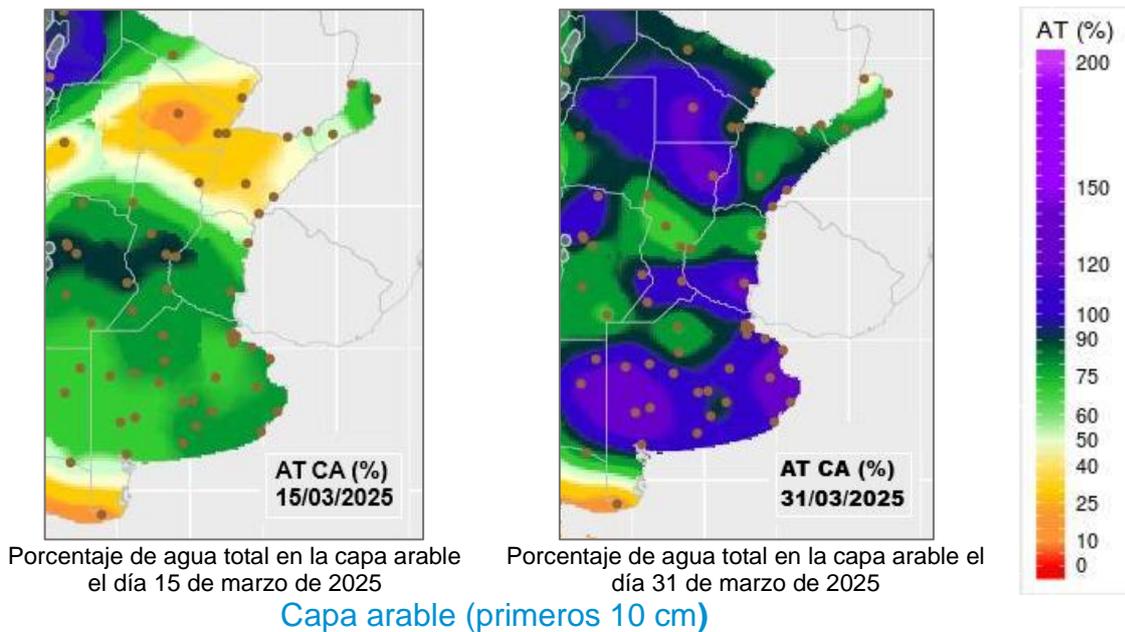
Pronóstico de rendimiento - ProRindes

- | | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja
(fecha de inicio: 30/03/2025) | 26 |
|-----|--|----|

- | | | |
|--|---|----|
| | Definición y abreviaturas de parámetros empleados | 27 |
| | Anexo: informe técnico sobre ProRindes | 29 |

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE MARZO 2025.

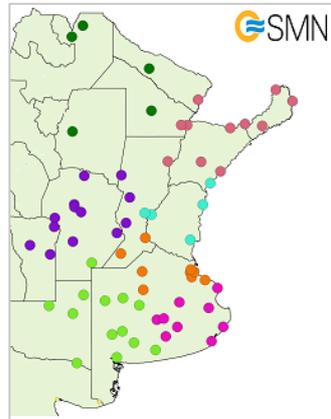
Avanza la cosecha de girasol y maíz de primera ocupación en el norte de la región Pampeana, mientras que, comenzó la recolección de soja de manera local. Los maizales y la soja de segunda ocupación transitan el estado de floración, formación y llenado de granos o madurez fisiológica, según las zonas.



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

► Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua | Suelos

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

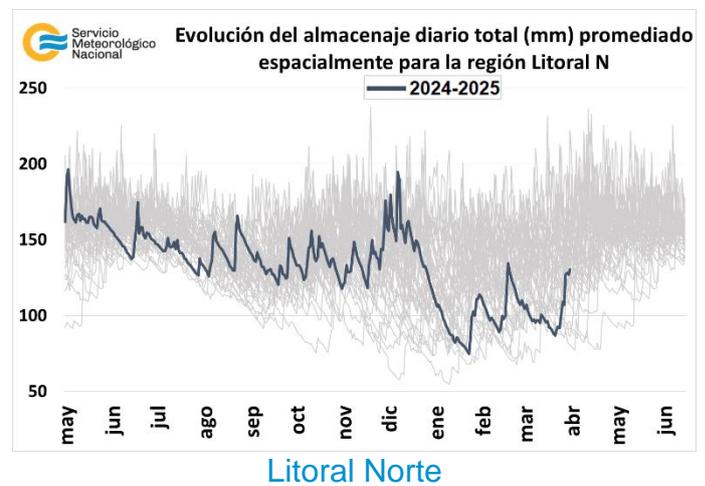
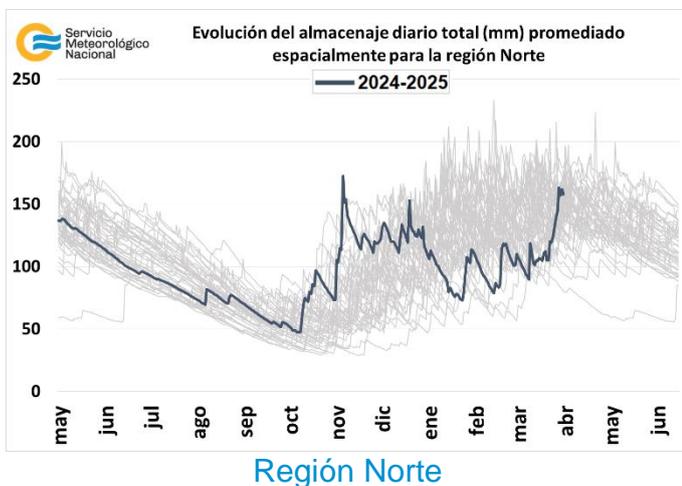
En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

En la región Norte las precipitaciones más abundantes ocurrieron en la tercera década y produjeron un marcado aumento en el contenido de humedad en el suelo, registrándose los valores más altos de almacenaje de agua edáfico en lo que va del año 2025.

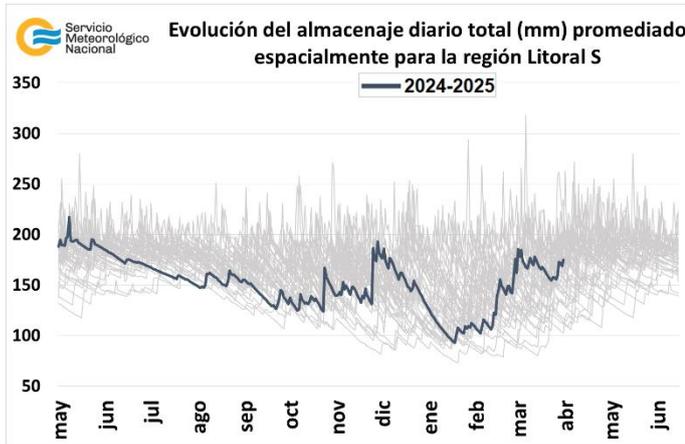
En la zona Litoral Norte las precipitaciones fueron muy escasas en la primera y segunda década, esto hizo que los suelos perdieran humedad. Las lluvias ocurridas en la tercera recargaron con humedad el perfil del suelo, sin embargo los valores se encuentran entre los más bajos desde 1981.

El sur del Litoral recibió lluvias a lo largo del mes y los suelos se mantuvieron entre buenas condiciones hídricas a excesos, principalmente en el sector sur.

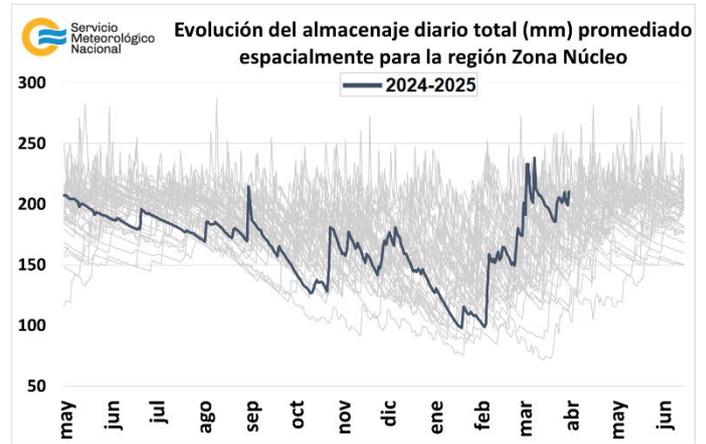
La zona Núcleo recibió importantes precipitaciones, principalmente en la primera década de marzo, esto generó un marcado aumento en el contenido de agua en el suelo. Las condiciones hídricas de los suelos se mantuvieron entre buenas y excesos.



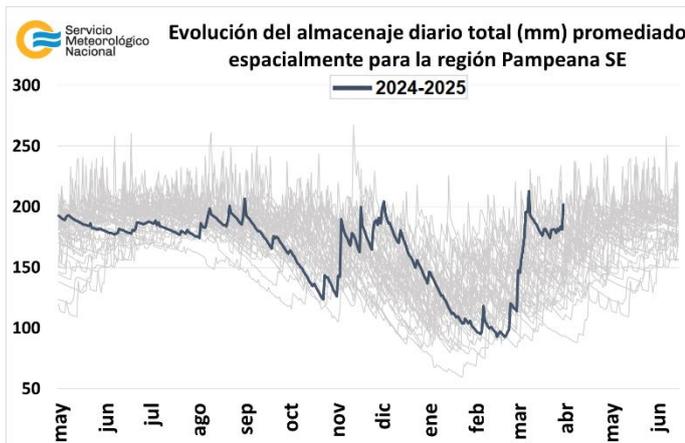
Tanto en el sudeste como en el sector sudoeste de la región Pampeana ocurrieron precipitaciones a lo largo de marzo, las más abundantes se registraron en la primera década y produjeron un marcado aumento en el contenido de humedad en el suelo, encontrándose los valores de almacenaje de agua en el suelo entre los más altos desde 1981. En la región central ocurrieron precipitaciones abundantes que produjeron un importante aumento en el contenido de agua en el suelo, encontrándose entre los valores más altos de los últimos 44 años.



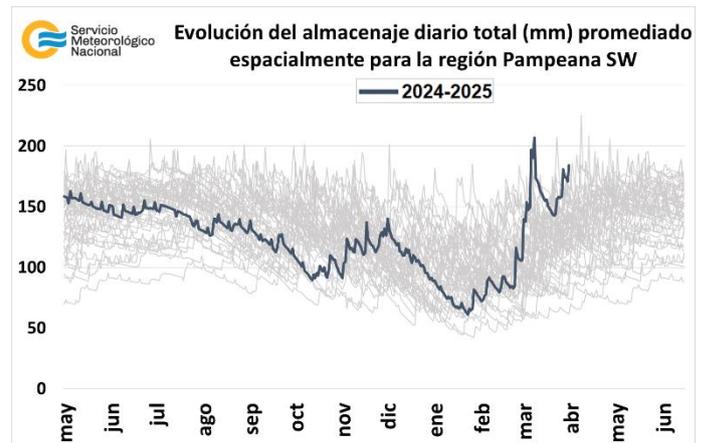
Litoral Sur



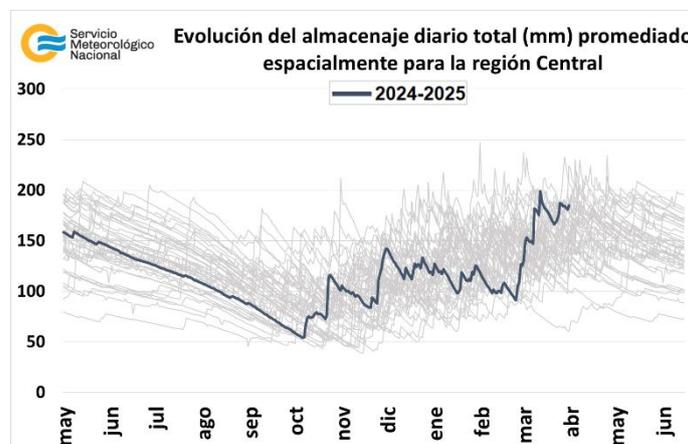
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

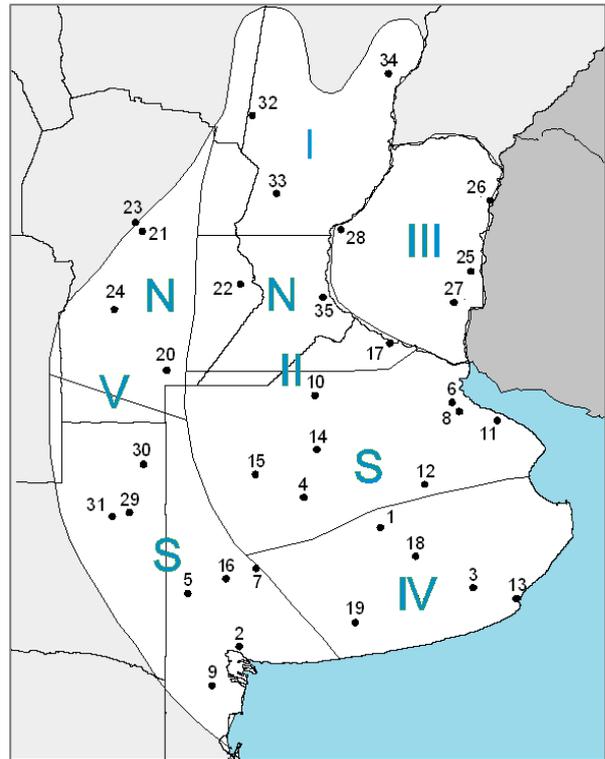


Región Central

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: continúan las labores de cosecha de girasol con rindes que se encuentran entre 12 y 20 qq/Ha. Avanza la cosecha de maíz de primera ocupación, obteniéndose rindes buenos en general. La soja se halla en la fase de llenado de los granos, habiendo atravesado las etapas previas bajo condiciones de estrés hídrico, por lo que se prevé una merma de los rendimientos finales.

REGIÓN II NORTE: concluyó la cosecha de girasol, con muy buenos rendimientos finales. Avanza la cosecha de maíz de siembra temprana con rendimientos buenos a muy buenos. La soja se observa fenológicamente en la etapa de llenado de granos o madurez fisiológica, en el caso de los más adelantados, bajo buenas condiciones generales. Continúan las labores de cosecha de sorgo granífero, mientras que el resto de los lotes se hallan en plena etapa de llenado de granos.

REGIÓN II SUR: avanza la cosecha de girasol en las zonas transitables y a medida que disminuye la humedad de los granos. Continúan las labores de recolección de maíz de siembra temprana, obteniéndose rendimientos superiores a los esperados. Comenzó la cosecha de soja, mientras que las variedades de siembra tardía se hallan en estado de floración o llenado de granos.

REGIÓN III: prosigue la cosecha de girasol y maíz de primera ocupación, obteniéndose rendimientos de buenos a muy buenos, según las zonas.

REGIÓN IV: avanza la cosecha de girasol con interrupciones debido a la falta de piso. Los maizales sembrados de forma tardía se observan en estado de floración o llenado de granos, mientras que los de siembra temprana alcanzaron la madurez fisiológica. La soja presenta un muy buen estado general tras haber atravesado el período crítico con una disponibilidad hídrica adecuada.

REGIÓN V NORTE: prosigue la cosecha de girasol con rendimientos entre 22 y 30 qq/Ha. Inició la cosecha de maíz, con buenos rindes en promedio, en tanto las variedades de siembra tardía transitan la fase de llenado de los granos. Comenzó la cosecha de los primeros lotes de soja de forma muy puntal en el norte de la región. La soja de segunda ocupación se halla finalizando la etapa de floración e iniciando la fase de llenado de granos, en tanto los más adelantados alcanzaron la madurez fisiológica.

REGIÓN V SUR: los maizales de primera ocupación transitan la fase de madurez fisiológica, mientras que los lotes de segunda se observan en estado de floración o llenado de granos. Asimismo, la soja de siembra temprana atraviesa el estado de llenado de granos, mientras los de segunda se encuentran en la transición de la floración a la formación y llenado de los 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 2025.

2.1 PRIMERA DÉCADA

Una masa de aire extremadamente cálido y húmedo de origen tropical afectó al centro y norte del país provocando un marcado y generalizado aumento de temperatura. Esta situación dio origen al rápido desarrollo de un nuevo evento de ola de calor, el 4to registrado en 2025, particularmente intenso hacia el norte del país, con temperaturas de más de 40°C y elevados valores de humedad.

Las temperaturas máximas estuvieron por encima de la media en el norte y centro del país, este de Buenos Aires, norte de Cuyo y algunas localidades del sur cuyano, noroeste patagónico, este de Río Negro y de Chubut; y por debajo en el sudeste de Cuyo, sur de San Luis, La Pampa, centro y oeste de Buenos Aires y gran parte de la Patagonia. Las mínimas, por su parte, presentaron un área más extensa de desvíos positivos en el norte y centro del país, la región Pampeana y el noroeste patagónico; y negativos en el sur de la Patagonia.

Década 1 MARZO 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	25.8	33.0	7	15.9	7.4	10	20.8	19.4	1.4
Bahía Blanca	Buenos Aires	26.7	30.6	1	16.5	8.8	9	21.6	21.4	0.2
Balcarce	Buenos Aires	25.9	33.7	7	16.4	7.6	10	21.2	20.1	1.1
Bolívar	Buenos Aires	26.3	34.1	7	16.6	8.3	10	21.5	20.2	1.3
Bordenave	Buenos Aires	25.9	31.8	1	15.7	6.8	9	20.8	20.4	0.4
Castelar	Buenos Aires	28.6	36.4	5	19.5	11.0	10	24.0	22.6	1.5
Coronel Suarez	Buenos Aires	24.7	28.8	1	15.3	7.6	9	20.0	19.2	0.8
Ezeiza	Buenos Aires	29.1	37.8	5	19.3	9.8	9	24.2	22.3	1.9
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	27.2	31.9	1	15.8	6.7	9	21.5	20.9	0.6
Junín	Buenos Aires	27.5	35.4	5	18.1	9.6	10	22.8	21.0	1.8
La Plata	Buenos Aires	28.0	34.9	6	18.6	9.5	10	23.3	21.5	1.8
Las Flores	Buenos Aires	27.9	34.5	5	17.7	10.5	9	22.8	20.8	2.0
Mar Del Plata	Buenos Aires	25.7	35.1	7	16.8	7.3	10	21.3	19.4	1.9
Nueve de Julio	Buenos Aires	27.3	34.9	7	18.2	11.6	10	22.8	21.2	1.6
Pehuajó	Buenos Aires	27.0	34.4	7	18.2	12.0	9	22.6	20.9	1.7
Pigüé	Buenos Aires	24.2	29.0	1	15.2	7.3	9	19.7	19.6	0.1
San Pedro	Buenos Aires	29.7	36.9	5	19.9	11.3	10	24.8	22.8	1.9
Tandil	Buenos Aires	25.1	32.6	7	15.6	6.4	10	20.3	18.9	1.4
Tres Arroyos	Buenos Aires	26.3	30.9	7	16.4	9.1	9	21.4	20.0	1.4
Laboulaye	Córdoba	29.5	36.2	5	19.2	12.7	9	24.3	21.3	3.0
Manfredi	Córdoba	30.4	35.0	5	19.1	12.2	10	24.7	21.4	3.3
Marcos Juárez	Córdoba	30.1	35.7	5	19.6	11.1	9	24.9	21.9	3.0
Pilar	Córdoba	29.4	33.8	6	19.2	12.5	10	24.3	21.8	2.5
Río Cuarto	Córdoba	29.7	35.8	5	17.9	12.2	10	23.8	21.3	2.5
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	31.7	37.4	4	21.0	11.6	10	26.3	23.4	2.9
Concordia	Entre Ríos	32.6	37.9	3	21.6	12.5	10	27.1	23.9	3.2
Gualeguaychú	Entre Ríos	30.0	36.4	5	20.7	11.6	10	25.3	23.1	2.2
Paraná	Entre Ríos	30.9	36.7	5	21.4	13.1	10	26.1	23.1	3.0
Anguil	La Pampa	27.3	31.4	10	16.6	8.7	9	22.0	21.1	0.8
General Pico	La Pampa	27.4	31.6	5	17.1	10.8	8	22.3	21.8	0.5
Santa Rosa	La Pampa	26.7	30.7	10	16.3	8.3	9	21.5	21.4	0.1
Ceres	Santa Fe	33.0	38.1	5	21.8	13.5	10	27.4	23.8	3.6
Reconquista	Santa Fe	35.4	39.9	3	23.3	13.5	10	29.3	24.8	4.5
Rosario	Santa Fe	30.1	36.4	5	20.6	12.9	9	25.4	23.0	2.4

2.2 SEGUNDA DÉCADA

A diferencia de la primera década, en la segunda década no se produjeron olas de calor y predominaron temperaturas, tanto máximas como mínimas, con valores anómalamente fríos en el centro y norte del país.

Década 2 MARZO 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	24.2	30.4	20	11.1	5.2	13	17.7	17.6	0.1
Bahía Blanca	Buenos Aires	26.6	34.6	20	12.3	6.9	12	19.5	19.5	0.0
Balcarce	Buenos Aires	24.3	31.1	20	11.6	6.1	13	18.0	18.5	-0.5
Bolívar	Buenos Aires	25.4	31.2	20	12.9	8.0	12	19.1	18.7	0.4
Bordenave	Buenos Aires	27.2	34.0	20	11.8	3.9	12	19.5	18.7	0.9
Castelar	Buenos Aires	26.4	32.1	20	14.8	9.0	14	20.6	21.1	-0.5
Coronel Suarez	Buenos Aires	24.9	31.0	20	10.0	4.2	12	17.5	17.7	-0.2
Ezeiza	Buenos Aires	26.1	32.2	20	14.9	9.1	14	20.5	20.9	-0.4
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	26.9	34.3	20	11.9	6.1	12	19.4	19.3	0.1
Junín	Buenos Aires	25.5	31.3	18	12.7	8.3	14	19.1	19.7	-0.6
La Plata	Buenos Aires	25.3	30.2	20	13.6	9.4	13	19.5	20.2	-0.7
Las Flores	Buenos Aires	25.3	31.5	20	13.2	7.0	14	19.3	19.4	-0.1
Mar Del Plata	Buenos Aires	23.4	31.0	20	11.9	7.6	11	17.7	18.0	-0.4
Nueve de Julio	Buenos Aires	25.7	32.0	20	14.4	10.2	14	20.1	19.8	0.3
Pehuajó	Buenos Aires	25.6	31.9	18	14.9	10.5	13	20.3	19.3	1.0
Pigüé	Buenos Aires	24.4	30.8	20	11.5	5.3	12	17.9	17.7	0.2
San Pedro	Buenos Aires	27.4	32.7	20	14.7	8.0	14	21.0	21.1	0.0
Tandil	Buenos Aires	23.6	29.8	20	9.8	4.4	13	16.7	17.4	-0.7
Tres Arroyos	Buenos Aires	25.0	32.3	20	11.3	5.8	13	18.1	18.3	-0.2
Laboulaye	Córdoba	27.1	33.0	18	13.3	8.3	13	20.2	19.9	0.3
Manfredi	Córdoba	26.6	31.5	18	14.5	11.9	13	20.5	20.6	-0.1
Marcos Juárez	Córdoba	27.2	32.0	18	13.8	8.7	13	20.5	20.7	-0.2
Pilar	Córdoba	25.5	30.2	18	16.0	12.6	13	20.8	20.7	0.1
Río Cuarto	Córdoba	26.6	31.7	18	14.7	11.1	14	20.7	20.1	0.5
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	27.5	32.4	20	13.6	7.9	14	20.5	22.4	-1.9
Concordia	Entre Ríos	28.3	32.0	20	14.7	10.0	14	21.5	22.7	-1.2
Gualeduaychú	Entre Ríos	26.6	31.5	20	14.8	8.6	14	20.7	21.8	-1.1
Paraná	Entre Ríos	26.7	30.8	19	15.9	11.0	14	21.3	21.9	-0.6
Anguil	La Pampa	28.3	35.0	20	12.3	4.7	13	20.3	19.8	0.5
General Pico	La Pampa	26.9	33.2	20	13.2	6.0	12	20.1	20.1	0.0
Santa Rosa	La Pampa	27.8	35.1	20	13.0	6.7	12	20.4	19.5	0.9
Ceres	Santa Fe	29.5	33.6	19	16.6	12.6	14	23.1	22.6	0.5
Reconquista	Santa Fe	30.3	34.1	19	17.0	10.8	14	23.7	23.7	0.0
Rosario	Santa Fe	27.0	31.5	20	15.0	9.2	13	21.0	21.5	-0.5

2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas y mínimas medias del periodo, el NEA registró anomalías positivas en ambos campos. En la región cuyana, La Pampa y el oeste de Córdoba se observaron los desvíos negativos más importantes en la temperatura máxima y en la región Litoral, Córdoba oriental y gran parte de Buenos Aires, los mayores desvíos, en este caso positivos, correspondieron al campo de mínimas.

Década 3 MARZO 2025

Estaciones meteorológicas		Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	23.6	30.4	21	12.3	6.8	26	17.9	16.6	1.3
Bahía Blanca	Buenos Aires	23.5	32.7	21	13.1	7.8	25	18.3	18.2	0.1
Balcarce	Buenos Aires	24.2	31.4	21	13.2	6.8	26	18.7	17.6	1.1
Bolívar	Buenos Aires	24.3	29.1	21	14.2	10.5	31	19.2	17.6	1.6
Bordenave	Buenos Aires	23.2	33.0	21	12.7	7.3	31	17.9	17.5	0.4
Castelar	Buenos Aires	26.5	31.5	21	16.7	12.3	31	21.6	19.8	1.8
Coronel Suarez	Buenos Aires	22.3	30.3	21	11.5	8.1	25	16.9	16.4	0.5
Ezeiza	Buenos Aires	26.8	32.6	21	16.2	11.6	31	21.5	19.7	1.8
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	23.5	30.7	21	11.4	7.5	31	17.5	17.9	-0.5
Junín	Buenos Aires	26.3	30.7	30	15.1	12.0	31	20.7	18.5	2.2
La Plata	Buenos Aires	25.9	31.0	21	15.3	11.6	29	20.6	19.0	1.6
Las Flores	Buenos Aires	25.1	31.5	21	14.7	9.5	26	19.9	18.2	1.7
Mar Del Plata	Buenos Aires	23.4	31.0	21	13.6	5.0	26	18.5	17.1	1.4
Nueve de Julio	Buenos Aires	25.6	30.0	21	15.6	11.9	31	20.6	18.6	2.0
Pehuajó	Buenos Aires	25.0	29.4	22	15.3	10.0	31	20.1	18.2	1.9
Pigüé	Buenos Aires	21.9	30.0	21	12.0	6.3	31	17.0	16.5	0.5
San Pedro	Buenos Aires	26.9	31.4	30	17.2	12.9	31	22.1	20.1	2.0
Tandil	Buenos Aires	23.5	30.1	21	12.1	6.9	25	17.8	16.1	1.7
Tres Arroyos	Buenos Aires	23.1	31.8	21	12.7	8.0	25	17.9	17.2	0.7
Laboulaye	Córdoba	25.2	31.4	30	14.9	9.3	31	20.0	18.5	1.5
Manfredi	Córdoba	25.6	30.7	30	15.7	11.4	31	20.6	19.1	1.5
Marcos Juárez	Córdoba	27.5	31.5	30	16.1	11.6	31	21.8	19.5	2.3
Pilar	Córdoba	24.5	29.7	30	16.0	10.5	31	20.3	19.4	0.9
Río Cuarto	Córdoba	24.7	30.6	30	14.1	8.7	31	19.4	18.9	0.5
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	28.9	32.5	21	17.7	14.0	29	23.3	20.4	2.8
Concordia	Entre Ríos	29.5	33.4	21	18.7	14.8	31	24.1	21.3	2.8
Gualeguaychú	Entre Ríos	27.5	31.8	21	17.7	12.6	31	22.6	20.5	2.1
Paraná	Entre Ríos	27.8	31.8	30	17.8	12.5	31	22.8	20.6	2.2
Anguil	La Pampa	24.1	33.2	21	12.5	4.9	31	18.3	18.5	-0.2
General Pico	La Pampa	23.5	29.0	21	13.7	8.0	31	18.6	18.9	-0.3
Santa Rosa	La Pampa	23.3	33.8	21	12.8	8.6	31	18.0	18.2	-0.2
Ceres	Santa Fe	28.5	31.8	30	19.0	13.8	31	23.7	21.3	2.4
Reconquista	Santa Fe	30.7	35.8	21	19.9	14.2	31	25.3	22.4	2.9
Rosario	Santa Fe	27.3	31.7	30	16.5	12.6	31	21.9	20.2	1.7

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

MED: valor medio
ABS: valor absoluto
DÍA: fecha en que se registró el valor absoluto

SD: sin datos
PRO: valor promedio del período 1991-2020
DN: desvío del promedio

2.4 HELADAS

PRIMERA HELADA MARZO 2025

Estaciones meteorológicas		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2025	FMPH	Primera helada 2025	FMPH	Primera helada 2025
Azul	Buenos Aires	18/02	25/03	-	29/04	-
Bahia Blanca	Buenos Aires	-	13/04	-	11/05	X
Balcarce	Buenos Aires	-	03/05	-	05/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	-	09/04	-	17/05	18/02
Bordenave	Buenos Aires	-	19/03	-	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	-	03/05	-	04/06	SD
Coronel Suárez	Buenos Aires	18/02	18/03	-	24/04	18/02
Ezeiza	Buenos Aires	-	06/05	-	08/06	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	-	10/04	-	09/05	SD
Junín	Buenos Aires	-	25/04	-	21/05	-
La Plata	Buenos Aires	-	11/05	-	11/06	-
Las Flores	Buenos Aires	-	15/04	-	17/05	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	-	16/04	-	22/05	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	-	08/05	-	05/06	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	-	08/03	-	30/04	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	-	20/04	-	21/05	X
Laboulaye	Córdoba	-	01/05	-	27/05	X
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	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	-	18/05	-	15/06	SD
Concordia	Entre Ríos	-	21/05	-	14/06	-
Gualedaychú	Entre Ríos	-	14/05	-	11/06	X
Paraná	Entre Ríos	-	11/06	-	27/06	X
Anguil	La Pampa	-	27/03	-	24/04	SD
General Pico	La Pampa	-	23/04	-	17/05	-
Santa Rosa	La Pampa	-	14/04	-	11/05	X
Ceres	Santa Fe	-	22/05	-	17/06	X
Rafaela	Santa Fe	-	06/05	-	05/06	SD
Reconquista	Santa Fe	-	12/06	-	27/06	X
Rosario	Santa Fe	-	07/05	-	02/06	-

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de primera helada

Primera helada 2025: 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 2025

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	272.5	1736.4	180.5	1201.9	3
Bahía Blanca	Buenos Aires	301.9	2010.5	208.9	1473.0	6
Balcarce	Buenos Aires	287.2	1754.7	194.2	1220.0	4
Bolívar	Buenos Aires	307.3	1911.7	214.3	1372.4	5
Bordenave	Buenos Aires	290.8	2064.3	197.8	1524.6	5
Castelar	Buenos Aires	373.8	2285.8	280.8	1740.4	9
Coronel Suarez	Buenos Aires	250.6	1716.5	158.2	1184.6	2
Ezeiza	Buenos Aires	374.0	2252.5	281.0	1708.3	9
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	291.1	1906.8	198.1	1371.4	5
Junín	Buenos Aires	336.7	2133.0	243.7	1587.2	6
La Plata	Buenos Aires	343.9	2012.4	250.9	1469.2	5
Las Flores	Buenos Aires	329.7	1981.6	236.7	1440.1	6
Mar Del Plata	Buenos Aires	282.6	1573.2	189.6	1047.6	3
Nueve de Julio	Buenos Aires	344.3	2095.2	251.3	1549.2	5
Pehuajó	Buenos Aires	340.1	2115.7	247.1	1571.9	5
Pigüé	Buenos Aires	253.3	1801.3	161.2	1270.0	1
San Pedro	Buenos Aires	391.0	2373.3	298.0	1828.5	10
Tandil	Buenos Aires	256.3	1612.0	166.1	1085.6	2
Tres Arroyos	Buenos Aires	281.4	1801.9	188.4	1268.7	3
Laboulaye	Córdoba	355.4	2308.1	262.4	1762.1	11
Manfredi	Córdoba	369.4	369.4	276.4	276.4	10
Marcos Juárez	Córdoba	383.7	2320.8	290.7	1774.8	10
Pilar	Córdoba	364.2	2431.2	271.2	1885.2	6
Río Cuarto	Córdoba	347.9	2357.0	254.9	1811.0	10
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	401.0	2380.9	311.0	1838.6	11
Concordia	Entre Ríos	440.8	2577.4	347.8	2031.4	14
Gualectuaychú	Entre Ríos	398.9	2394.8	305.9	1849.5	9
Paraná	Entre Ríos	415.5	2552.8	322.5	2006.8	11
Anguil	La Pampa	314.0	2196.3	221.0	1656.7	7
General Pico	La Pampa	318.1	2251.9	225.1	1706.2	5
Santa Rosa	La Pampa	307.1	2207.2	214.1	1662.3	6
Ceres	Santa Fe	455.9	2767.1	362.9	2221.1	16
Reconquista	Santa Fe	498.0	2867.4	405.0	2321.4	22
Rosario	Santa Fe	394.7	2400.5	301.7	1854.5	9

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

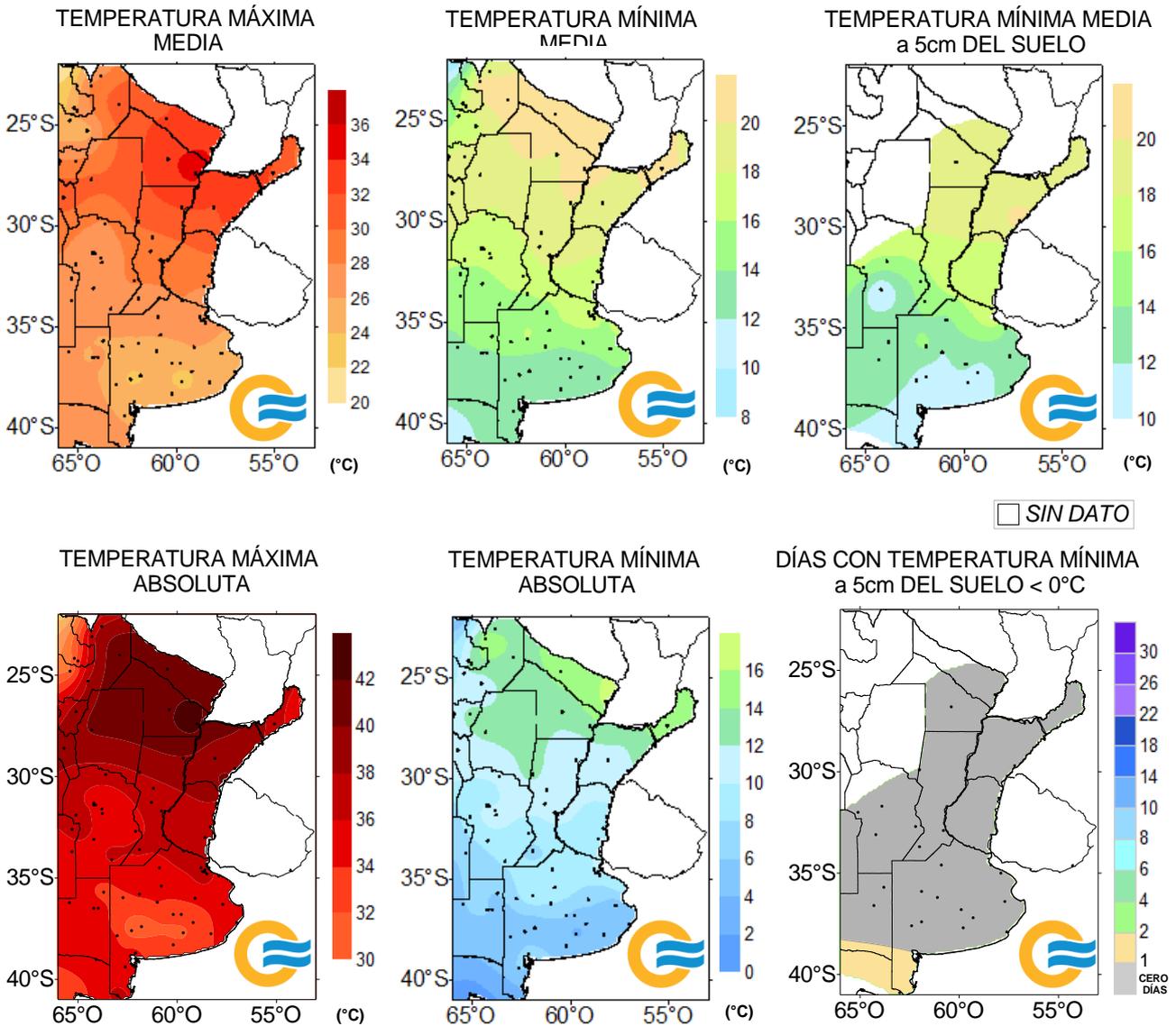
MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

MARZO 2025



2.7 MONITOREO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

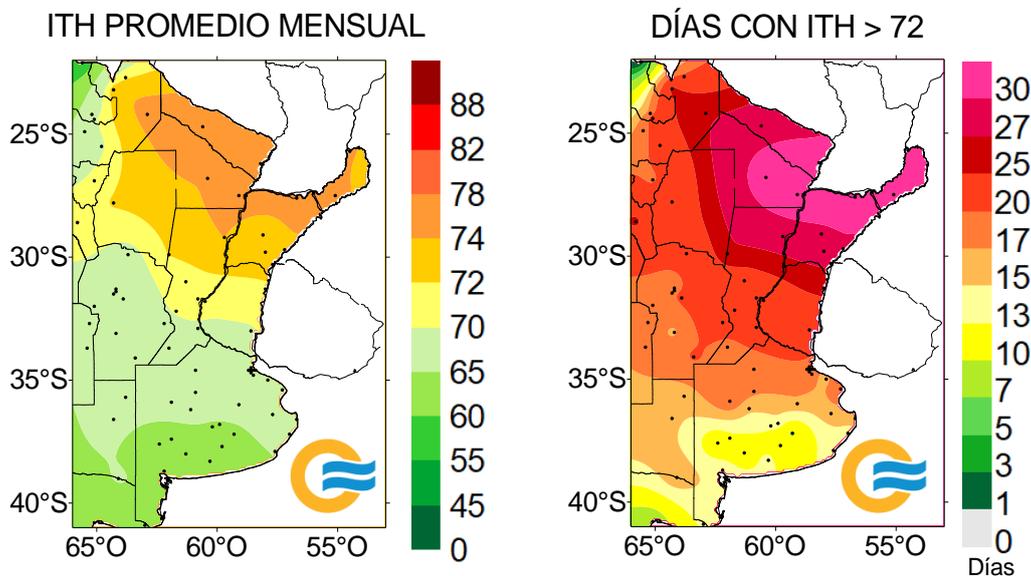
El ITH* es un índice biometeorológico que permite cuantificar el estrés calórico a través de la temperatura y la humedad del aire. Este índice puede ser utilizado para el ganado vacuno, caprino, etc. En particular lo aplicamos a las vacas lecheras, donde se ha establecido que la zona de confort térmico 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 los primeros días de marzo la presencia de una masa de aire cálido de origen tropical sobre el centro y norte del país originó el desarrollo de un nuevo evento de ola de calor, dando lugar a temperaturas altas y elevados valores de humedad. Asociado a esto, el ITH superó al umbral de 72 en más de 15 días en gran parte de la zona productiva de secano.

MARZO 2025



Dentro del período de ola de calor, en algunas localidades se registraron más de 72 horas consecutivas con condiciones ambientales desfavorables para el ganado.

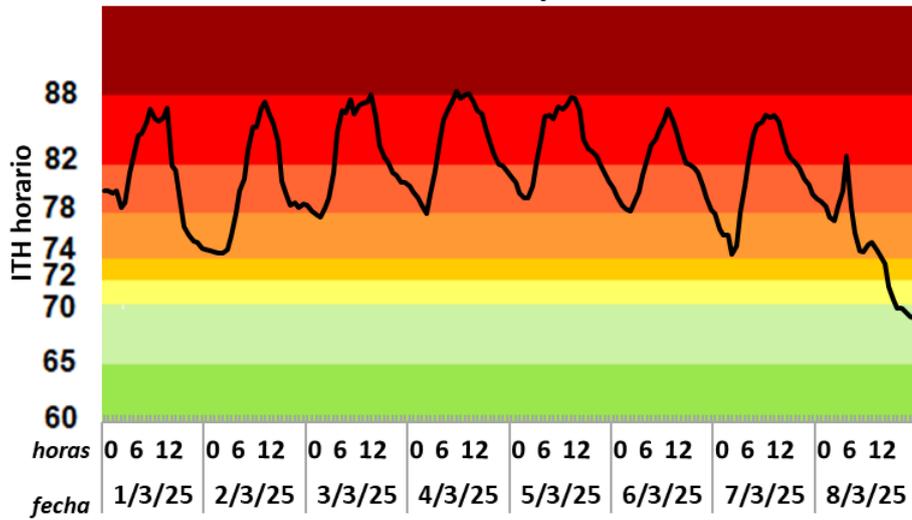
En el caso de Reconquista se contabilizaron 185 horas consecutivas (casi 8 días) con ITH mayor a 72 entre el 1 y el 8 de marzo, particularmente se observó un período de 3 días, del 3 al 6 de marzo, donde el índice se mantuvo con valores que indican Peligro.

En Paraná el período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado abarcó del 1 al 7 de marzo, registrándose 168 horas consecutivas con el ITH superior a 72. En esta localidad el índice también se mantuvo con valores que indican Peligro, entre el 4 y 6 de marzo.

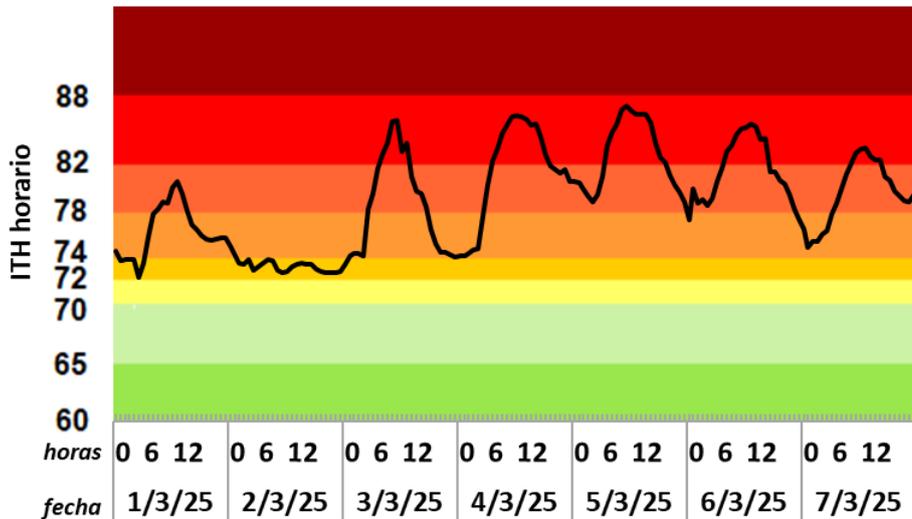
En Sunchales fueron 131 horas consecutivas (5 días) con el ITH superior a 72, del 2 al 7 de marzo. También se superó durante más de 9 horas el umbral de 82, que indica que se puede producir la muerte de los animales.

En La Plata se registraron 82 horas consecutivas (3 días) con condiciones de estrés calórico para los animales, entre el 4 y 7 de marzo.

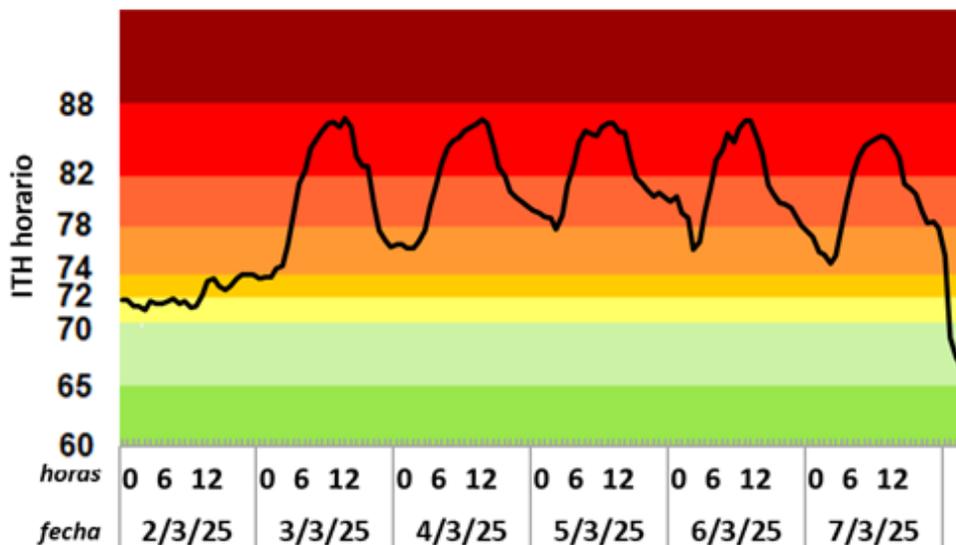
ITH - Reconquista

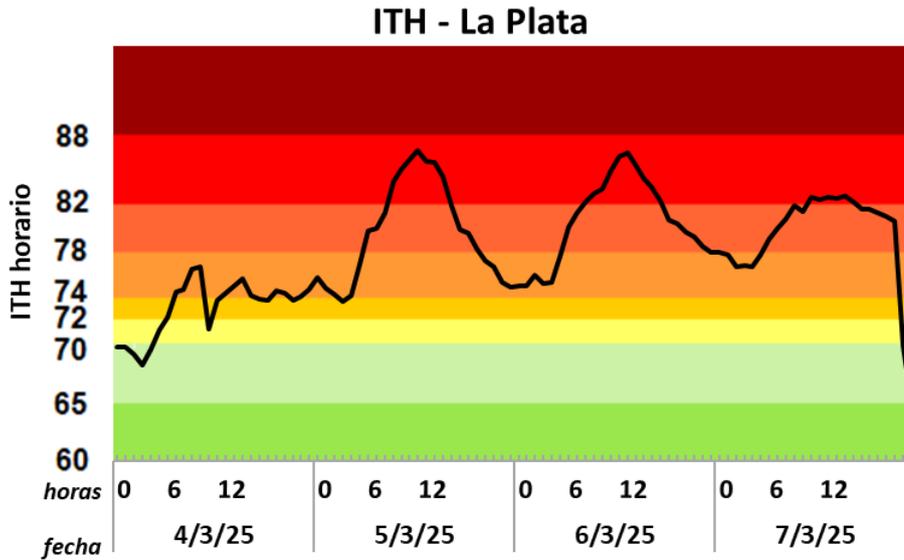


ITH - Paraná



ITH - Sunchales





Más información sobre el ITH diario y decádico en: https://www.smn.gob.ar/monitoreo_periodos

3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de precipitación de las distintas décadas del mes de marzo de 2025.

3.1 PRIMERA DÉCADA

Se produjeron precipitaciones en gran parte del territorio, los mayores montos se dieron en el norte de Córdoba y oeste y sudoeste de Buenos Aires. Por lo tanto, parte del NOA, Cuyo, el centro del país, La Pampa, Buenos Aires, y gran parte de la Patagonia, mostraron anomalías de precipitación positivas; y negativas en el NEA y el Litoral.

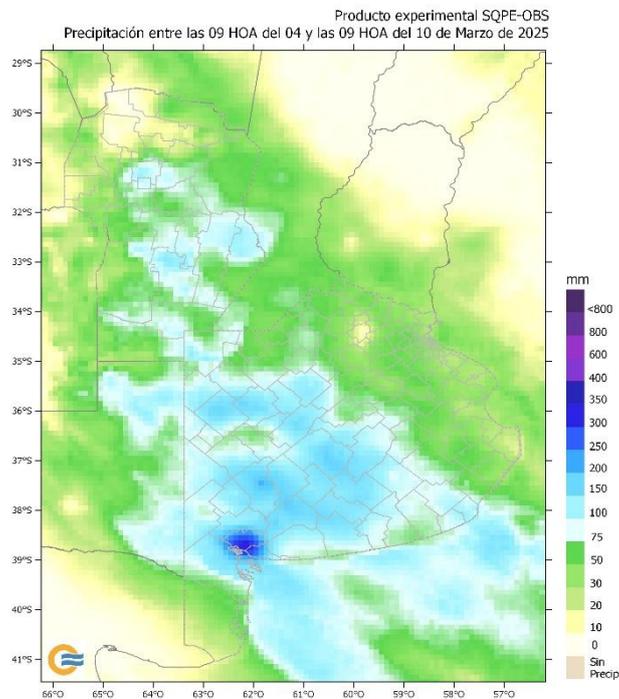
Se registraron récords de precipitación decádica, de acuerdo al período 1981-2010 en: Villa María del Río Seco (226 mm), Coronel Suárez Aero (242 mm), Pigüé (140 mm), Bahía Blanca Aero (320mm), y Río Grande (49.1 mm). También se apuntaron récords de precipitación diaria en algunas localidades del norte de Córdoba, de Tierra del Fuego y de Buenos Aires según se muestra en la Tabla I.

Los abundantes acumulados pluviométricos en la provincia de Buenos Aires, norte de Córdoba y norte de La Pampa, llevaron a que las condiciones hídricas de los suelos se encuentren en diferentes estadios de excesos, según el índice analizado. Debido a la distribución de precipitaciones durante esta década, se observaron humedecimientos de los suelos en, además de las zonas mencionadas que se encuentran con excesos hídricos, el NOA, oeste de Santa Fe y sur de San Luis; y secamientos en el este del NEA y la Mesopotamia.

Tabla I. Precipitaciones diarias (mm) más altas registradas entre el 1 y el 10 de marzo.

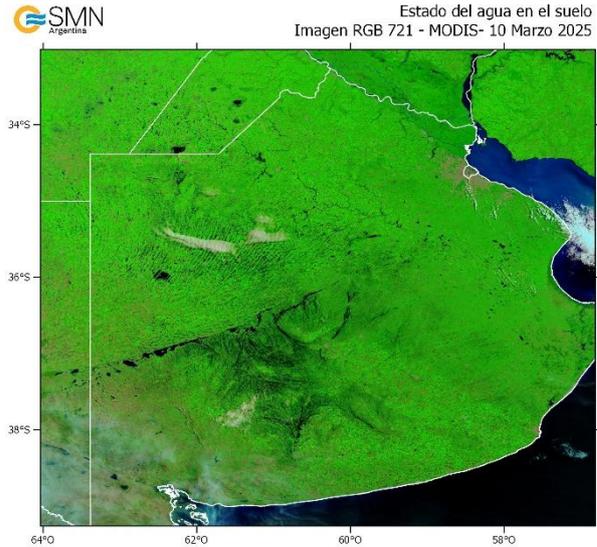
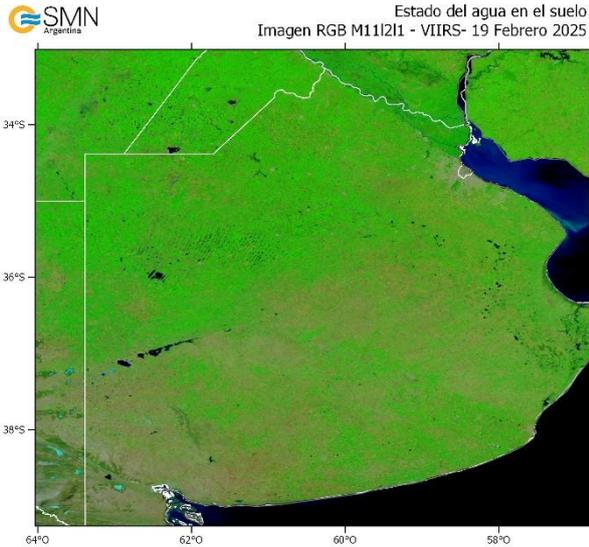
Estación	Provincia	Lluvia diaria (mm)	Día de ocurrencia
La Plata	Buenos Aires	99.0	2/3/2025
Río Grande	Tierra del Fuego	20.0	4/3/2025
Coronel Suárez	Buenos Aires	118.0	5/3/2025
Tres Arroyos	Buenos Aires	92.0	5/3/2025
Bahía Blanca	Buenos Aires	210.0	6/3/2025

En la imagen del producto experimental SQPE-OBS (*) se muestra la lluvia acumulada desde las 9 hs del día 04/03 hasta las 9 hs del 10/03. Se estimaron montos de precipitación que van de 150 a 400 mm durante estos 6 días estudiados en el centro y este de Córdoba, norte y sudeste de La Pampa, y el centro, oeste y sudoeste de Buenos Aires; en esta última región se ubicaron los mayores totales de lluvia acumulada, principalmente en la localidad de Bahía Blanca y alrededores.

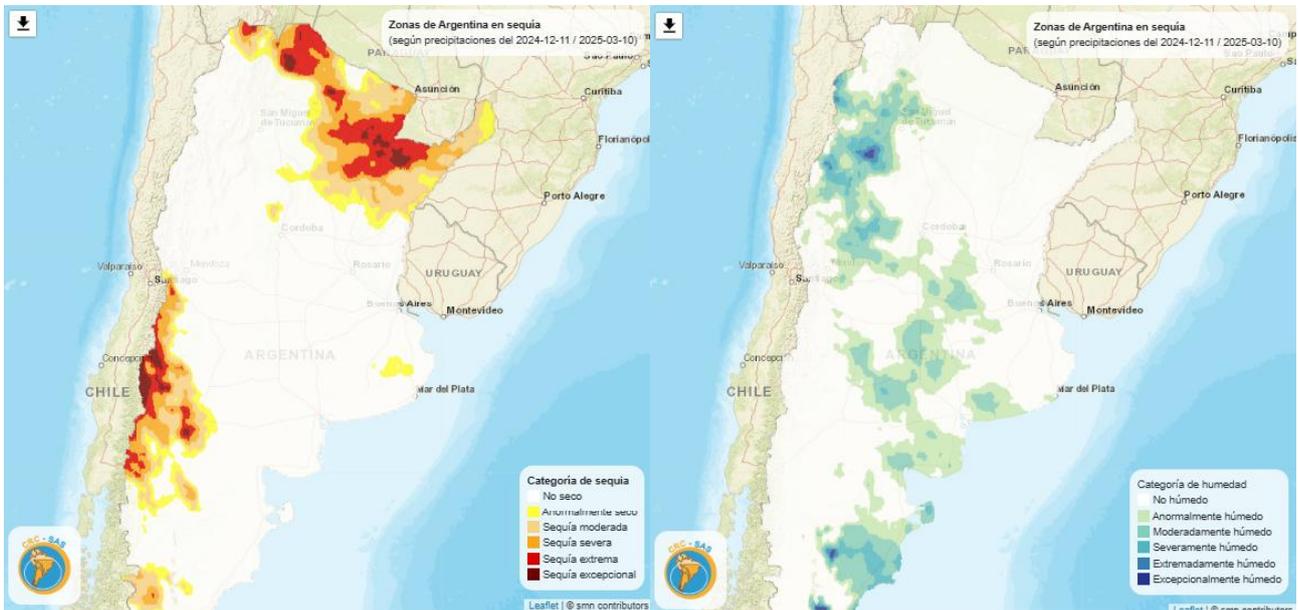


(*) El producto experimental SQPE-OBS es una estimación de precipitación diaria que surge de la combinación del producto satelital IMERG-ER (Huffman et al., 2020) con las observaciones pluviométricas disponibles en el SMN. Este ajuste satelital con datos de superficie se realiza con un PDF matching histórico y una interpolación del bias local en la región al sur de Sudamérica. El producto incluye el valor agregado de las redes de estaciones meteorológicas automáticas que se integran continuamente en el SMN. A su vez, se encuentra en desarrollo de mejoras continuas y sin soporte técnico operativo. Por esta razón, el SMN no se responsabiliza por el uso inapropiado de esta información ni por la falta de datos en situaciones críticas para los usuarios. Para más información, consultar el siguiente trabajo: <http://hdl.handle.net/20.500.12160/1694>.

En las figuras RGB realizadas a partir de la información satelital del sensor MODIS para las fechas 19 de febrero y 10 de marzo del corriente año, se puede apreciar el incremento de superficie con excesos hídricos sobre el suelo en la última fecha, particularmente en el centro y sudoeste bonaerense.



De acuerdo al producto CHIRPS (***) para el período comprendido entre el 11 de diciembre del 2024 y el 10 de marzo de 2025 (tres meses), las principales zonas que se encuentran en diferentes categorías de sequía son: norte de del NOA, el NEA, noreste de Córdoba, norte de Santa Fe, norte y centro del Litoral, oeste y sur de Mendoza, y noroeste de la Patagonia. Por otro lado, también hay regiones que se encuentran en diferentes categorías de humedad y son: sur del NOA, norte y centro de Cuyo, sur de Córdoba, oeste y suroeste de Buenos Aires, La Pampa, centro y sur de San Luis, noreste y centro-este de la Patagonia.



(**) Las imágenes RGB composición en falso color realizadas a partir de la información satelital del sensor MODIS a bordo de las plataformas Terra (10/03/2025) y del sensor VIIRS de Noaa-20 (19/02/2025). La combinación RGB (IRM-IRC-R) resulta muy útil para distinguir, entre otros, inundaciones o excesos hídricos superficiales. Los cuerpos de agua y áreas con mayor contenido hídrico en superficie se pueden observar en tonos oscuros (casi negro), debido a que el agua absorbe la energía en las tres bandas, pero si el agua tiene sedimentos aparecerá en distintos tonos de azul, como se observa en el Río de la Plata. La interpretación de estas imágenes es meramente visual, contribuyendo a un rápido monitoreo de las condiciones de excesos o déficits de agua en superficie (no representa el contenido hídrico del perfil).

(***) El producto CHIRPS estima precipitaciones combinando datos satelitales con observaciones in situ de las estaciones meteorológicas. Las categorías de sequía o humedad, 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 o humedad según las especificaciones del United States Drought Monitor.

Década 1 MARZO 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	159.0	108.8	7	43.0	7
Bahia Blanca	Buenos Aires	320.0	298.3	4	210.0	6
Balcarce	Buenos Aires	29.8	-4.9	4	18.8	7
Bolívar	Buenos Aires	245.0	191.9	8	84.0	2
Bordenave	Buenos Aires	71.4	42.5	5	37.8	7
Castelar	Buenos Aires	69.0	26.8	3	38.0	2
Coronel Suarez	Buenos Aires	242.0	216.2	6	118.0	5
Ezeiza	Buenos Aires	71.6	35.8	3	30.0	2
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	44.5	26.6	3	19.5	6
Junín	Buenos Aires	183.0	136.6	3	86.0	3
La Plata	Buenos Aires	141.8	102.0	4	99.0	2
Las Flores	Buenos Aires	63.0	17.7	3	36.0	4
Mar Del Plata	Buenos Aires	115.3	74.7	5	55.0	7
Nueve de Julio	Buenos Aires	154.0	102.9	6	45.0	4
Pehuajó	Buenos Aires	161.0	114.8	7	57.0	5
Pigüé	Buenos Aires	140.0	112.6	6	46.0	5
San Pedro	Buenos Aires	104.1	56.0	5	44.3	7
Tandil	Buenos Aires	92.5	53.4	6	22.0	5
Tres Arroyos	Buenos Aires	122.5	89.0	4	92.0	5
Laboulaye	Córdoba	66.2	18.5	3	54.0	7
Manfredi	Córdoba	3.8	-26.4	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	97.0	61.0	3	88.0	7
Pilar	Córdoba	62.0	31.1	2	56.0	7
Río Cuarto	Córdoba	33.0	-2.5	3	28.0	7
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	22.4	-16.0	4	8.3	1
Concordia	Entre Ríos	36.9	-19.0	1	36.0	1
Gauleguaychú	Entre Ríos	39.0	-6.1	3	22.0	7
Paraná	Entre Ríos	76.0	19.0	4	43.0	2
Anguil	La Pampa	1.9	-38.1	0	-	-
General Pico	La Pampa	168.0	121.8	5	83.0	5
Santa Rosa	La Pampa	84.4	52.9	5	43.0	7
Ceres	Santa Fe	114.0	57.2	4	48.0	1
Reconquista	Santa Fe	10.0	-42.0	1	10.0	1
Rosario	Santa Fe	65.0	14.3	4	41.0	7

3.2 SEGUNDA DÉCADA

Década 2 MARZO 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.4	-31.0	0	-	-
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.3	-26.5	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	34.5	2.6	1	34.5	17
Bolívar	Buenos Aires	5.0	-36.3	1	5.0	18
Bordenave	Buenos Aires	3.0	-30.5	1	3.0	17
Castelar	Buenos Aires	0.0	-34.9	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	0.0	-37.7	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	0.0	-37.1	0	-	-
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	6.0	-19.8	1	6.0	20
Junín	Buenos Aires	15.0	-20.9	2	10.0	11
La Plata	Buenos Aires	3.6	-35.6	1	3.0	13
Las Flores	Buenos Aires	0.0	-34.8	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	41.0	9.5	1	41.0	17
Nueve de Julio	Buenos Aires	9.0	-30.1	2	6.0	11
Pehuajó	Buenos Aires	12.0	-31.6	2	9.0	18
Pigüé	Buenos Aires	0.8	-39.5	0	-	-
San Pedro	Buenos Aires	1.6	-30.0	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	4.0	-25.4	1	4.0	18
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.8	-26.0	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	1.0	-39.3	0	-	-
Manfredi	Córdoba	6.5	-23.8	1	5.0	11
Marcos Juárez	Córdoba	30.0	-7.4	3	16.0	11
Pilar	Córdoba	53.4	18.9	2	50.0	11
Río Cuarto	Córdoba	20.8	-15.4	2	12.0	16
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	11.6	-24.0	2	7.0	11
Concordia	Entre Ríos	12.0	-29.7	2	9.0	12
Gualeguaychú	Entre Ríos	10.0	-26.5	2	6.0	11
Paraná	Entre Ríos	41.0	-9.8	3	21.0	11
Anguil	La Pampa	0.3	-40.9	0	-	-
General Pico	La Pampa	0.0	-42.5	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-32.4	0	-	-
Ceres	Santa Fe	0.0	-47.9	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	0.5	-41.8	0	-	-
Rosario	Santa Fe	12.0	-33.3	1	11.0	16

A comienzos de esta década, la presencia de 2 frentes estacionarios, uno ubicado en el centro del país y en el otro en el sector noreste, generaron condiciones de inestabilidad atmosférica, provocando lluvias y tormentas, con mucha caída de agua en 24 horas.

Las precipitaciones más abundantes del día 11/02 se registraron en Córdoba: 97 mm en Escuela de Aviación Militar, 92 mm en Córdoba Aeropuerto, 90 mm en Córdoba Observatorio y 50 mm en Pilar Observatorio; en Misiones se registraron 53 mm en Bernardo de Irigoyen. Por otro lado, las precipitaciones más elevadas del día 12/02 se registraron en Jujuy: 68 mm en Jujuy Universidad y 46 mm en Jujuy Aeropuerto. En el norte y noreste del país continuaron ocurriendo lluvias de poco milimetraje hasta el día 17/02.

En los últimos días de la década, el avance de un sistema frontal frío hacia la región Pampeana, generó precipitaciones en la costa bonaerense, registrándose 41 mm de lluvia en Mar del Plata y 32 mm en Villa Gesell el día 17/02. Por otra parte un frente estacionario ubicado en las provincias del noreste ocasionó algunas precipitaciones en esa región.

Las zonas donde la precipitación acumulada en toda la década superó a los valores medios 1991-2020 son Salta, Jujuy y norte de Córdoba, en el resto del país las lluvias fueron escasas para esta época del año.

Se produjo una disminución en el contenido de humedad en el suelo en casi toda la región Pampeana, teniendo en cuenta que la década previa presentaba excesos. Las condiciones hídricas son buenas en el centro y sur de la zona productiva de cultivos de secano, y los excesos hídricos se observan en el norte del país y en el norte de Córdoba que son los sectores donde se registraron las precipitaciones más abundantes en esta década.

3.3 TERCERA DÉCADA

Durante la primera mitad de la década, el persistente ingreso de aire oceánico al centro del país y el flujo desde Brasil y Paraguay en las provincias del norte, provocaron la ocurrencia de lluvias en esas regiones, más abundantes y frecuentes que lo normal.

Se destaca el dipolo entre la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña, donde la precipitación registrada fue máxima y también la anomalía, de 264.2 mm y 217.6 mm respectivamente, y el área alrededor de Reconquista, donde se observó un mínimo relativo de lluvia acumulada y desvíos negativos, igual que en el extremo norte de Misiones. En tanto, la Patagonia y la franja cordillerana mostraron apartamientos poco significativos de los valores normales.

La demanda atmosférica del periodo fue moderada, debido al inicio de la temporada fría, por lo que las recargas recibidas en el norte y centro del territorio contribuyeron a un aumento generalizado del almacenaje en la zona productiva de secano, y se registran excesos hídricos en la zona núcleo y en el oeste bonaerense. En el norte de Santa Fe, centro y sur de Corrientes y norte de Entre Ríos persisten las condiciones deficitarias.

Década 3 MARZO 2025

Estaciones meteorológicas		Precipitación				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	41.0	8.7	4	28.0	30
Bahia Blanca	Buenos Aires	67.2	45.0	5	33.0	21
Balcarce	Buenos Aires	34.3	16.5	2	26.0	30
Bolívar	Buenos Aires	74.0	31.7	6	32.0	26
Bordenave	Buenos Aires	71.2	48.6	6	24.5	30
Castelar	Buenos Aires	55.3	21.7	4	17.0	24
Coronel Suarez	Buenos Aires	70.3	40.5	4	39.0	26
Ezeiza	Buenos Aires	46.0	18.8	3	26.0	22
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	39.0	22.6	4	18.5	29
Junín	Buenos Aires	17.9	-28.2	2	14.0	30
La Plata	Buenos Aires	41.1	13.7	3	21.0	22
Las Flores	Buenos Aires	45.0	6.4	3	25.0	30
Mar Del Plata	Buenos Aires	42.0	18.8	6	27.0	30
Nueve de Julio	Buenos Aires	67.5	18.3	3	48.0	26
Pehuajó	Buenos Aires	46.1	7.4	3	18.0	30
Pigüé	Buenos Aires	84.5	54.2	6	36.0	26
San Pedro	Buenos Aires	57.8	17.1	3	35.8	27
Tandil	Buenos Aires	34.9	11.7	2	29.0	30
Tres Arroyos	Buenos Aires	53.6	34.1	4	28.0	30
Laboulaye	Córdoba	30.7	-9.9	5	10.0	23
Manfredi	Córdoba	12.6	-19.9	2	8.3	31
Marcos Juárez	Córdoba	92.0	55.8	5	39.0	27
Pilar	Córdoba	28.3	-3.8	6	10.0	24
Río Cuarto	Córdoba	53.2	23.0	5	15.0	24
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	17.3	-11.1	3	13.5	28
Concordia	Entre Ríos	17.4	-21.3	2	12.0	27
Gualedaychú	Entre Ríos	76.0	29.2	7	23.0	30
Paraná	Entre Ríos	12.7	-27.0	3	5.0	27
Anguil	La Pampa	6.5	-31.0	2	2.5	30
General Pico	La Pampa	91.5	49.6	5	44.0	26
Santa Rosa	La Pampa	88.5	53.4	5	24.0	26
Ceres	Santa Fe	33.7	-9.0	3	19.0	24
Reconquista	Santa Fe	80.0	35.9	6	45.0	30
Rosario	Santa Fe	93.3	50.8	3	54.0	27

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

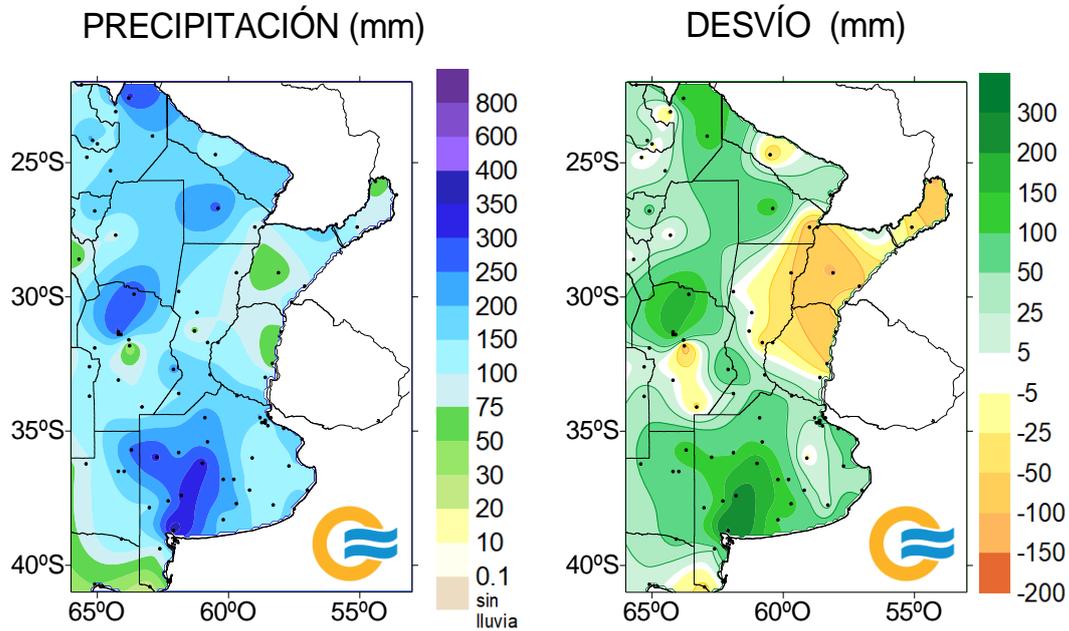
DLLu: días con precipitación > 1 mm

DN: desvío del promedio

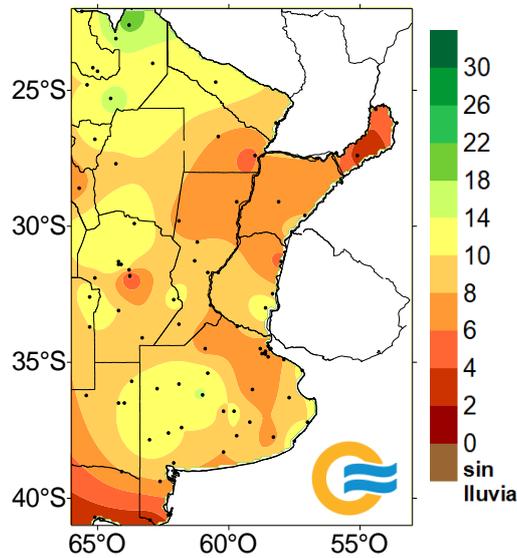
DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

MARZO 2025



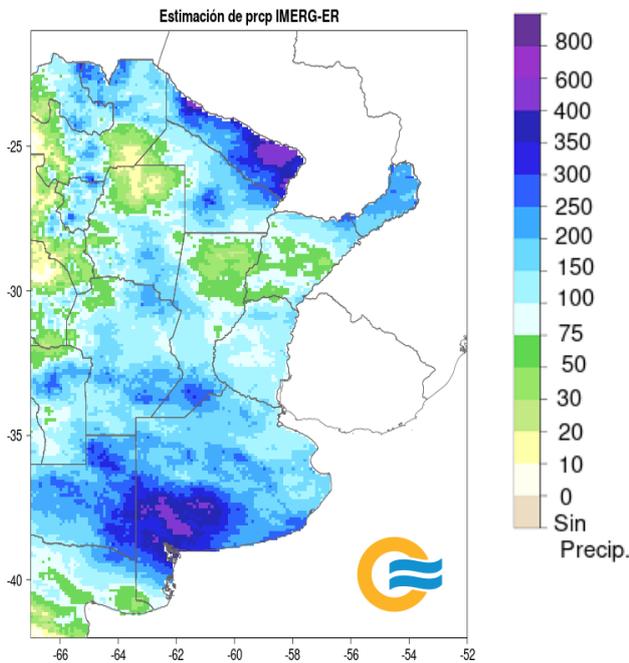
DÍAS CON PRECIPITACIÓN



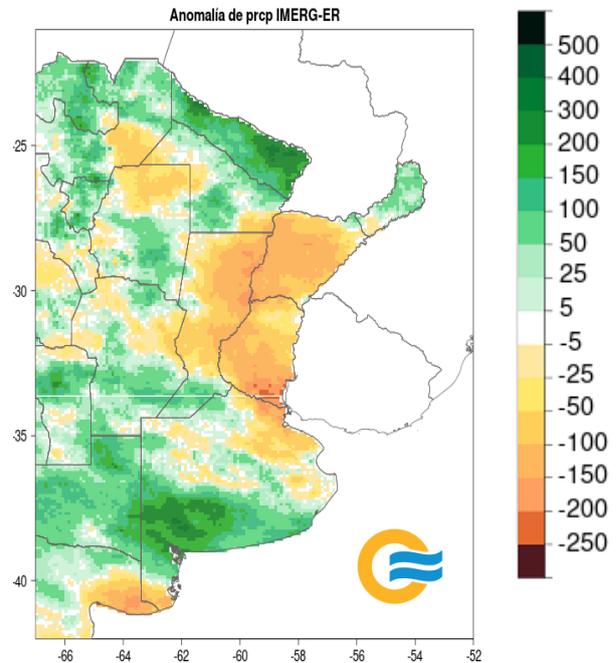
PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER

MARZO 2025

PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)



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



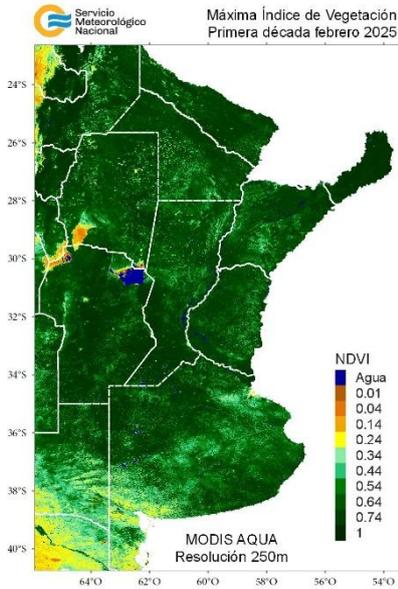
4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

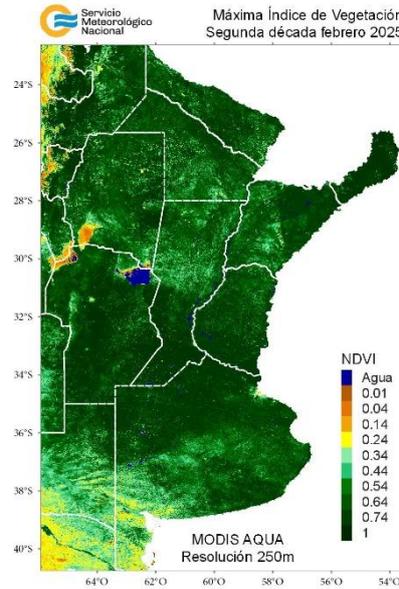
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de febrero y marzo de 2025. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Se observa una disminución de la actividad fotosintética en la tercera década de marzo, principalmente en el norte del país y en la zona núcleo, en parte asociado al avance de la cosecha del girasol, maíz y sorgo.

FEBRERO 2025

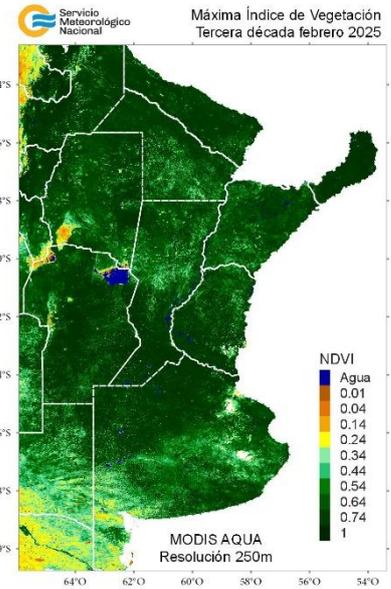
DÉCADA 1



DÉCADA 2

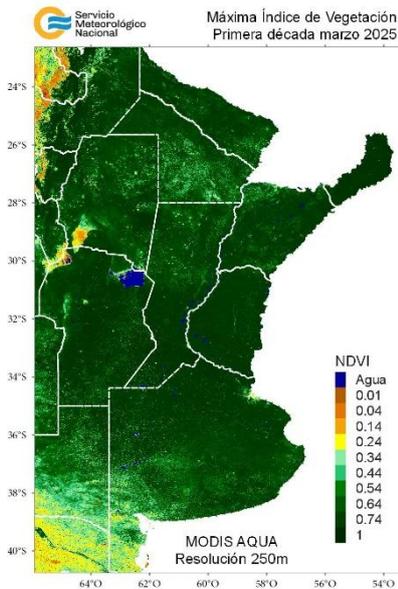


DÉCADA 3

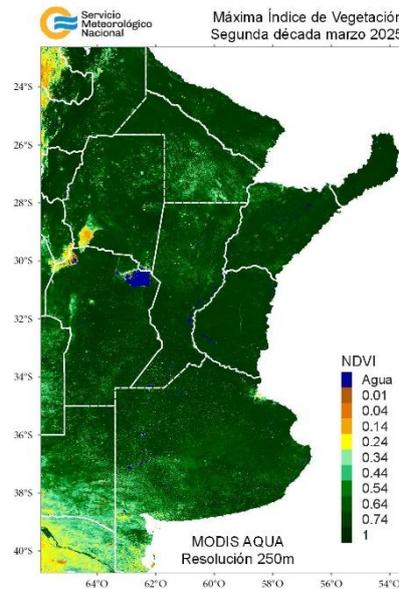


MARZO 2025

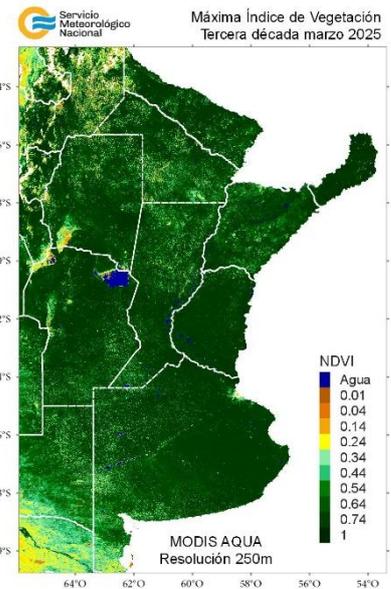
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



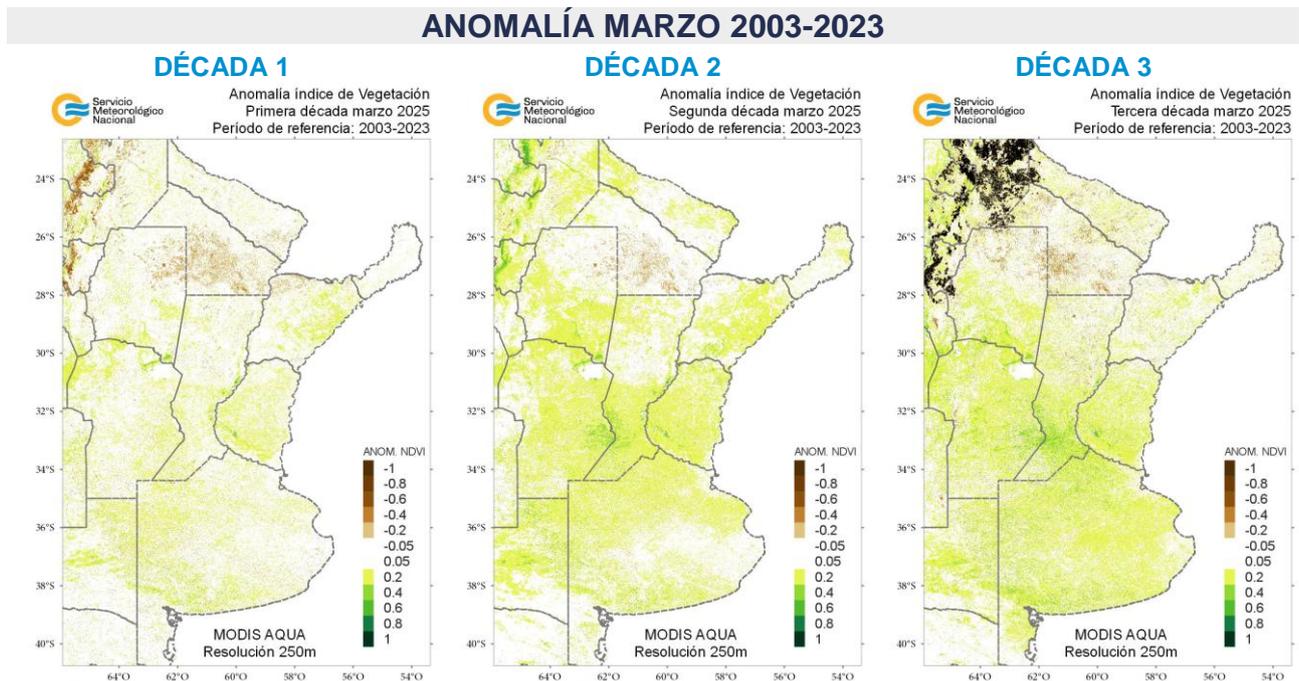
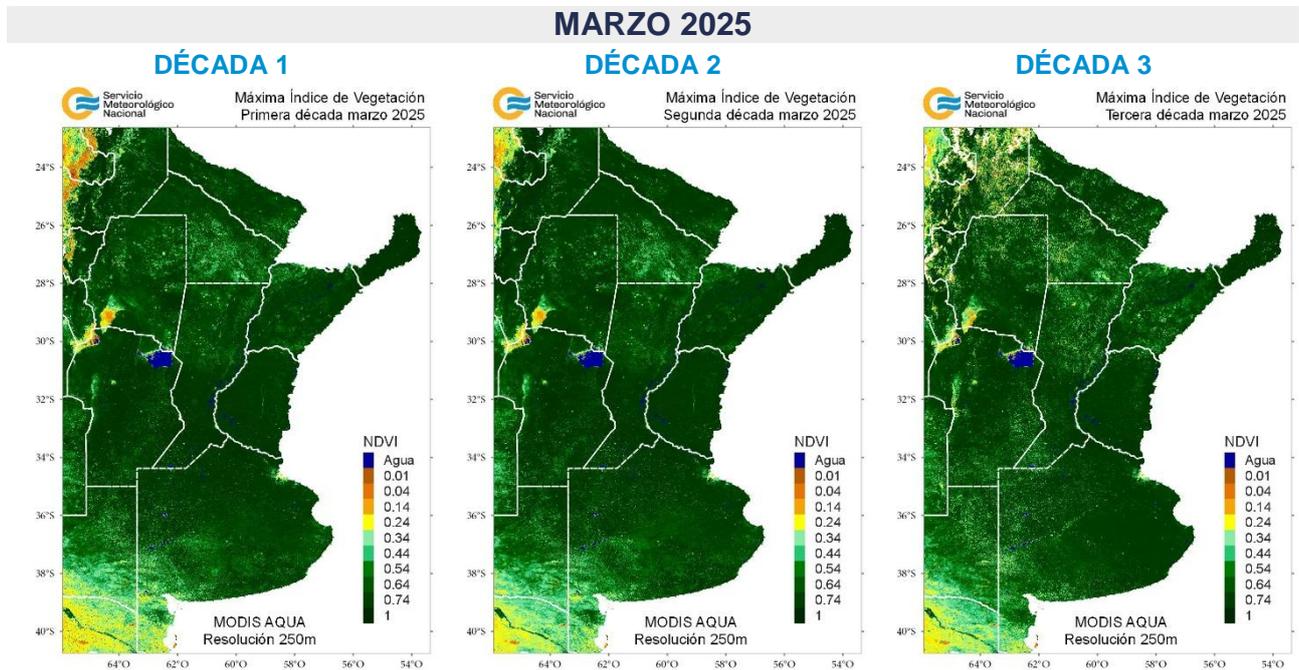
4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

En los siguientes mapas se presenta los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de marzo de 2025 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.

MARZO 2025

En el centro y sur de la zona de cultivos de secano la anomalía es positiva; mientras que los desvíos negativos respecto a los 20 años previos continúan observándose en el sector norte.



4.3. HUMEDAD DEL SUELO

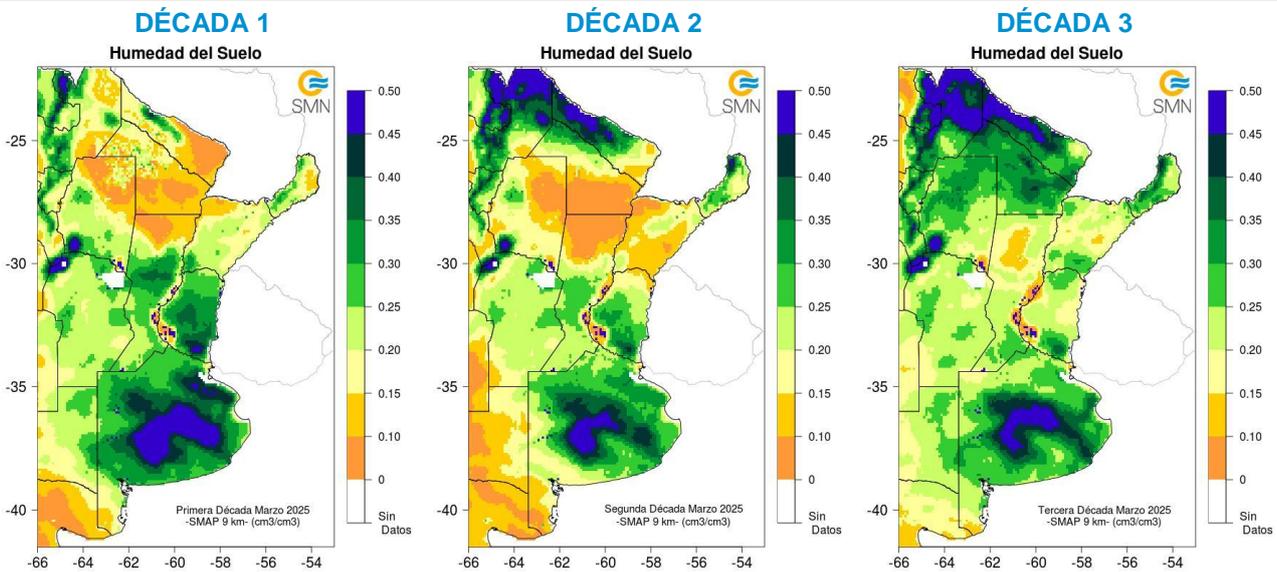
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

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

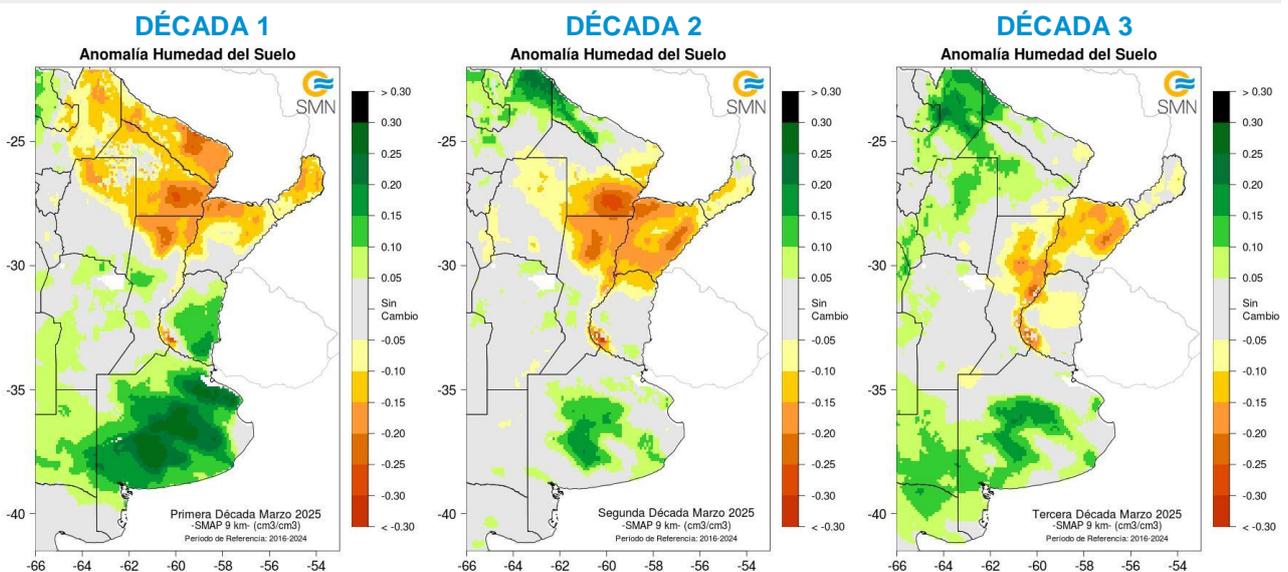
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2025 respecto al periodo 2016-2024, para cada década.

El impacto de las precipitaciones, que fueron más abundantes en la tercera década de marzo, se aprecia justamente en este período en la humedad del suelo, donde casi toda la zona de cultivos de secano se encuentra con buenas condiciones hídricas. En la zona del litoral, el contenido de agua en el suelo es inferior al promedio 2016-2024.

MARZO 2025 HUMEDAD DEL SUELO



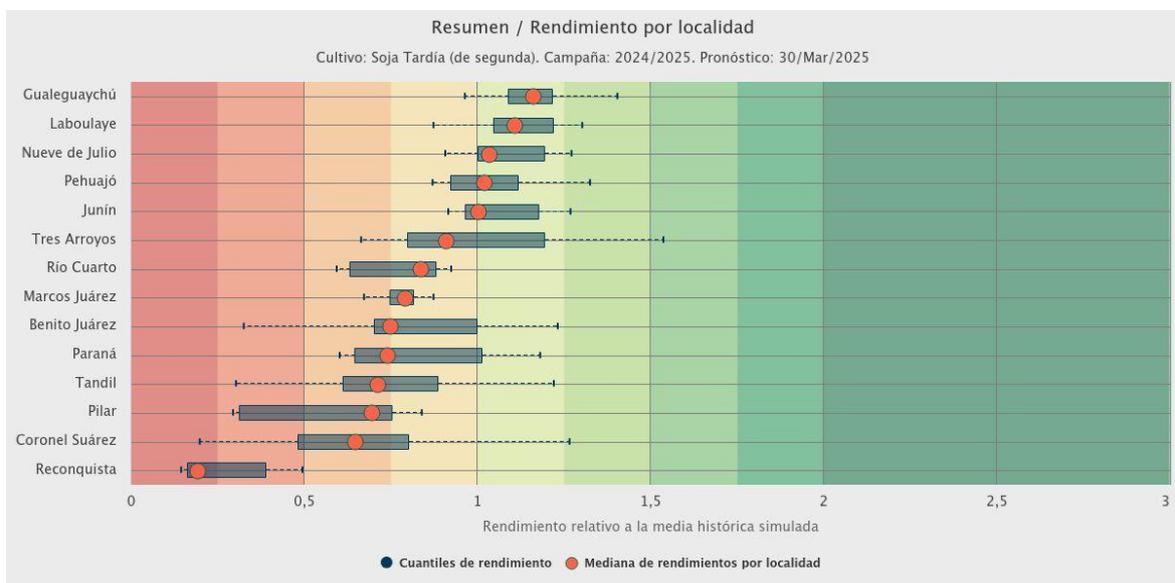
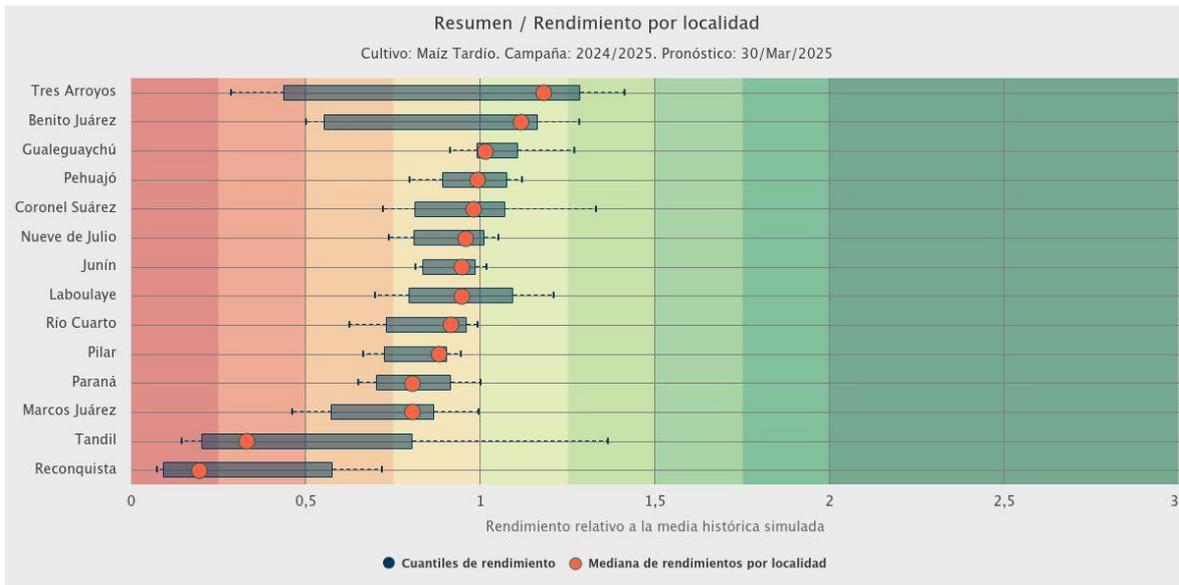
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



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 30/03/2025 (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. El maíz presenta perspectivas de rinde en torno o superiores a la mediana para casi todas las localidades simuladas, a excepción de Reconquista (debido al estrés térmico e hídrico registrado) y Tandil (a causa de la escasez de lluvias de manera puntual). Las simulaciones realizadas para la soja muestran las mejores perspectivas de rendimiento en el noroeste de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sur de Entre Ríos, favorecido por las precipitaciones registradas en diferentes momentos del mes, en especial hacia el final del período.



DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

TEMPERATURA

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

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

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

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

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

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

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

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

GRADOS DIAS

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

GD: Temperatura media diaria - Temperatura base

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

PRECIPITACIONES

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

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

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

PRECIPITACIÓN ESTIMADA IMERG_ER

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

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

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

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

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

Más información:

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

NDVI (índice de vegetación normalizado)

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

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

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

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

HUMEDAD DEL SUELO

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

La resolución temporal del satélite es de 3 días, por lo que se obtiene un mapa integrado para la región Argentina con dicha frecuencia, tanto para las pasadas descendentes (6 am – hora local), como las ascendentes (6 pm – hora local). De esta forma, si los datos son óptimos se consideran, para el promedio decádico, 6 imágenes para cada década (3 ascendentes y 3 descendentes). Los valores de la estimación, son una representación de la humedad volumétrica del suelo (m³/m³), es decir, la relación entre el volumen de agua y el volumen total del suelo (considerando la fase sólida, líquida y gaseosa presente en el suelo).

La **anomalía de humedad del suelo** es calculada como la diferencia entre la década de interés correspondiente al año 2023, respecto al promedio 2015- 2022, para cada década específica.

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

PRORINDES

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



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

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

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

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

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

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

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

María Gabriela Marcora¹, Ferreira Lorena¹, Olga Penalba², Federico Stainoh^{2,3}, Vanesa Pántano²

¹ Dirección de Servicios Sectoriales. Dirección Nacional de Pronóstico y Servicios para la Sociedad. Servicio Meteorológico Nacional.

² Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. FCEyN-UBA. CONICET.

³ Institut für Meteorologie und Klimaforschung - Department Troposphärenforschung. Alemania.

Introducción

En el contexto del constante aumento de la población mundial, existe una demanda creciente en la provisión de materias primas en la industria alimentaria. Argentina es uno de los principales países proveedores de materias primas agrícolas, no solo para el mercado local sino también en el mercado de las exportaciones, y la mayor producción de las mismas se encuentra ubicada en la Región Pampeana. Por otro lado, el Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC) promueve que los Servicios Meteorológicos Nacionales (SMN) brinden sus servicios de información meteorológica y climática y sus capacidades en investigación, modelización y predicción, para el desarrollo de herramientas en determinadas áreas de interés como la agricultura y seguridad alimentaria entre otras. En este contexto internacional de MMSC y del nacional mencionado al inicio, es que el SMN acompañó el desarrollo de la herramienta ProRindeS que permite pronosticar el rendimiento de los cultivos a lo largo de una campaña agrícola. ProRindeS (Pronóstico de Rindes Simulados) pretende anticipar el rendimiento de soja (de siembra temprana y tardía), maíz (de siembra temprana y tardía), trigo y cebada en varias localidades de la región pampeana argentina, y a lo largo de toda una campaña agrícola.

La herramienta fue desarrollada mediante una colaboración entre el SMN, la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), y la Escuela Rosenstiel de Ciencias Marinas y Atmosféricas de la Universidad de Miami, Estados Unidos de Norteamérica (RSMAS, por sus siglas en inglés). Varios proyectos de investigación realizados en los últimos años han aportado los conceptos y herramientas que se debieron integrar para implementar el sistema ProRindeS. Los diferentes proyectos fueron financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Instituto Interamericano para el Estudio del Cambio Global (IAI), y la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (NSF, por sus siglas en inglés).

ProRindeS fue originalmente desarrollado como prueba de concepto financiada por los proyectos de investigación ya mencionados. Sin embargo, a partir de la campaña gruesa 2018-2019 esta herramienta comenzó a funcionar operacionalmente, mantenida y administrada por un consorcio de tres entidades: el Servicio Meteorológico Nacional, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca y la organización civil sin fines de lucro AACREA.

Los resultados de ProRindeS se pueden consultar en la página web <https://prorindes.smn.gob.ar/>. Si bien es una herramienta que está disponible para todos los usuarios, está destinada principalmente a los tomadores de decisiones del sector agrícola. La misma brindará soporte principalmente para establecer relaciones de mercado o cuestiones de logística y acopio en el sector. Las actualizaciones de los pronósticos se realizan una vez por semana y se pueden visualizar de manera inmediata en el sitio web.

Este documento presenta una *primera sección* con una recopilación de los aspectos técnicos, principales configuraciones, limitaciones (Rocha A. 2015; Bonhaure D. y Koda V. 2018) y el trabajo operativo que realiza actualmente el SMN con la herramienta de ProRindeS y una *segunda sección*

con los resultados de investigaciones producto de la vinculación entre el SMN y el grupo de investigación "Variabilidad climática de eventos extremos de precipitación. Impactos" del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

1. Aspectos técnicos y operativos del sistema ProRindeS

1.1 Principales componentes del sistema ProRindeS

El sistema ProRindeS consta de un **módulo de simulación de cultivos**, un **módulo de suelo** y un **módulo de clima**.

Con respecto al **módulo de simulación de cultivos**, ProRindeS posee programas computacionales que simulan el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Los modelos utilizados son los de la familia DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer). En particular, se utilizan los modelos CERES Maize para simular maíz, trigo y cebada, y CropGro para simular soja. Ambos modelos han sido calibrados y validados en Argentina mediante múltiples comparaciones entre rindes simulados y observados. Para el conjunto de las situaciones evaluadas, el rinde medio simulado y su variabilidad no difirieron en más de 5% respecto a lo observado. Para cada situación específica (e.g. un lote) el error medio esperado es entre 15 y 20%. Se utiliza un genotipo representativo de los más usados en la zona. El genotipo se caracteriza a través de un conjunto de valores (coeficientes genéticos) que describen el desarrollo y crecimiento de la variedad o híbrido a simular.

Cada manejo agronómico supone, además, una fecha de siembra y la densidad lograda (es decir, número de plantas por metro cuadrado). La definición del manejo agronómico se completa con la fertilización nitrogenada. Para todos los cultivos se define un contenido inicial de Nitrógeno en el suelo (en la capa 0-60 cm) representativo de cada localidad y fecha de siembra. Para el maíz, además, se define una dosis de fertilización con Nitrógeno de manera de alcanzar el nivel total deseado (o sea, Nitrógeno del suelo más Nitrógeno aportado por fertilización) representativo de cada localidad y fecha de siembra.

Con respecto al **módulo de suelo**, ProRindeS tiene incorporado 2-3 suelos más comunes, de modo que los usuarios puedan seleccionar el suelo más semejante a sus propias condiciones. Para cada suelo en cada situación se define, el contenido inicial de Nitrógeno y de agua. El contenido inicial de agua se refiere a la recarga inicial de agua del perfil de suelo en relación a la capacidad total de almacenaje del suelo. Además la herramienta considera 3 niveles de recarga: bajo (20% de recarga), medio (50% de recarga) y alta (100% de recarga).

Con respecto al **módulo del clima**, ProRindeS necesita series de valores diarios para 4 variables climáticas: temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación total y radiación solar total. Esta última es estimada a partir de datos de heliofanía. Estos datos se extraen de la base de datos del Centro Regional del Clima del Sur de América del Sur (CRC-SAS), que han pasado por pruebas estrictas de calidad y consistencia. Estas variables se miden en estaciones meteorológicas operadas por el Servicio Meteorológico Nacional (Figura 1)



Figura 1: Localidades argentinas en donde se realizan las simulaciones de ProRindeS.

(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

El modelo de simulación de cultivos que usa ProRindeS necesita como insumo series diarias de las 4 variables climáticas antes mencionadas. Las series deben cubrir desde el comienzo de las simulaciones (antes de la siembra) hasta el fin de ciclo o cosecha de cada cultivo. Para lograr esto, se construyen series climáticas diarias “híbridas” que combinan dos tipos de datos: (a) datos climáticos observados durante la campaña actual hasta el momento en que se emite un pronóstico, y (b) datos climáticos históricos para las fechas que van desde el pronóstico hasta el fin del ciclo.

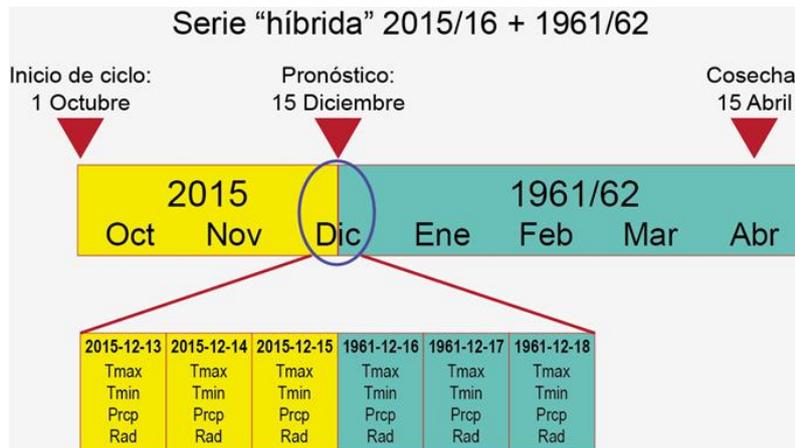


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de la construcción de una serie climática “híbrida” para un pronóstico hipotético de rendimiento realizado el 15 de diciembre de 2015. La primera parte de la serie incluye datos climáticos (temperaturas, lluvia, radiación) observados entre el 1 de octubre y el 15 de diciembre de 2015. Para poder simular rendimientos en diciembre 2015, la serie climática observada hasta el momento del pronóstico se completa con datos para 1961 (15-31 diciembre) y 1962 (1 enero – 30 abril). La transición o “empalme” entre las dos series se muestra en el detalle de la Figura 2. El uso de una sola serie climática híbrida resulta en un único valor pronosticado de rendimiento. En cambio, podemos usar varios años en el registro histórico para construir múltiples series híbridas y, por lo tanto, obtener múltiples rendimientos pronosticados. Por ejemplo, si el Servicio Meteorológico para Junín contiene datos para el período 1 de enero de 1961 al presente, se pueden construir 55 series híbridas que combinan las condiciones para 2015/16 (el comienzo de la serie) con cada uno de los 54 años históricos (para el resto de la serie).

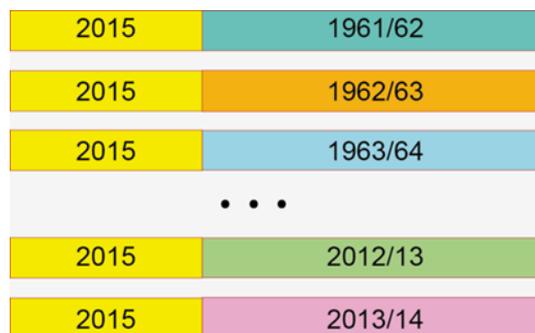


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

En la Figura 3 se muestra la construcción de múltiples series climáticas híbridas para un pronóstico de rendimiento emitido el 15 de diciembre de 2015. Cada una de las series combina datos observados para 2015/16 y series históricas 1961-2014 alimentan al sistema ProRindeS, lo que resulta en 54 rendimientos pronosticados que reflejan la incertidumbre en las condiciones climáticas posteriores al 15 de diciembre de 2015.

El uso de múltiples series climáticas como entrada para ProRindeS nos permite caracterizar la incertidumbre en los rendimientos que resulta del espectro de condiciones climáticas que pueden ocurrir a partir de la fecha de pronóstico. Típicamente, la variabilidad de los valores pronosticados disminuye a lo largo del ciclo, ya que en todas las “series híbridas” que se usan de entrada al modelo hay una mayor proporción de datos para la campaña actual.

Una vez que se obtienen los rendimientos simulados, se calcula el promedio de todas las campañas, y ese valor es el rendimiento de referencia. Los valores de referencia para cada combinación de condiciones (en kilogramos por hectárea) se pueden ver seleccionando “Rendimientos de Referencia” en el menú de ProRindeS. Los rendimientos en kg por hectárea simulados con series “híbridas” para cada combinación de condiciones se dividen por el rendimiento de referencia. Los rendimientos relativos mayores que 1 indican que los rendimientos pronosticados son superiores al rendimiento de referencia: por ejemplo, un rendimiento relativo de 1.50 es 50% mayor que el rendimiento de referencia. Los rendimientos relativos menores que 1 indican resultados por debajo del rendimiento de referencia.

Los **productos ProRindeS** obtenidos son evolución temporal de la mediana y los cuantiles de rendimiento por cultivo, por localidad, con diferentes tipos de suelo y manejo de los mismos (dentro de la misma campaña), distribución de probabilidades en relación a la media histórica de rendimientos simulados. El sistema de pronóstico de rendimiento se complementa con otras variables de salida de interés: precipitaciones acumuladas (observadas) y cuantiles históricos, desvíos de la precipitación observada respecto de la media histórica, evapotranspiración real acumulada (ETR), evapotranspiración potencial acumulada (ETP), agua disponible para el cultivo (en función de la Capacidad de Campo), Índice de estrés hídrico (en función de la ETP y la ET real diaria).

La Figura 4 muestra la evolución temporal de los rendimientos obtenidos con la herramienta ProRindes donde se puede observar la reducción de la incertidumbre en el pronóstico de rendimiento del maíz de siembra temprana para la localidad de Pilar, a medida que va transcurriendo la campaña agrícola. Esto se debe a que, con las sucesivas corridas de ProRindeS, la serie híbrida va incorporando mayor cantidad de valores climáticos observados (la situación “actual”) y menor cantidad de valores de base climatológica empleados como pronósticos. En este ejemplo se resalta que a partir de la corrida del 30 de enero la curva de evolución de los pronósticos se estabilizó, es decir que se logró simular el rinde final para este cultivo con dos meses de anticipación al fin de la campaña.

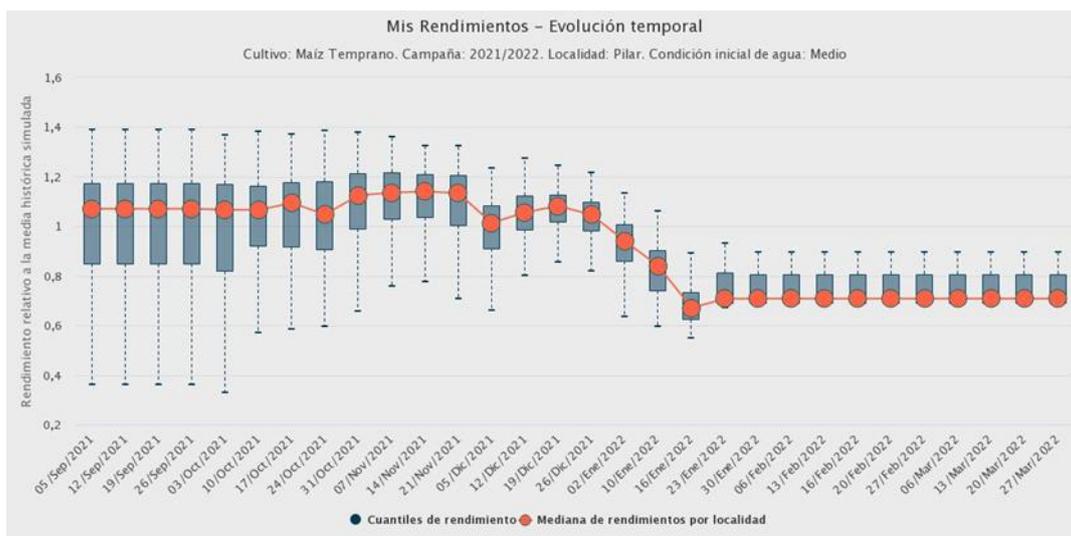


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

El sistema ProRindeS se actualiza una vez por semana, indicando la fecha en que se inicializa la corrida, cuando los datos de clima del SMN se encuentran en la base de datos del CRC-SAS con los controles y validaciones correspondientes. Este proceso demora 48 hs aproximadamente, por lo que la fecha de inicio de las simulaciones en el “Backend” debe ser dos días previos a la fecha vigente. El maíz y la soja temprana se simulan entre los meses de septiembre y abril. Las variedades tardías de los mismos, entre los meses de diciembre y abril. El trigo y la cebada se simulan entre los meses de mayo y diciembre. Una vez realizadas las correspondientes simulaciones de los pronósticos de rendimientos los datos deben sincronizarse con el “Frontend” para poder ser visualizados en la página web que está disponible para los usuarios (<https://prorindes.smn.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.

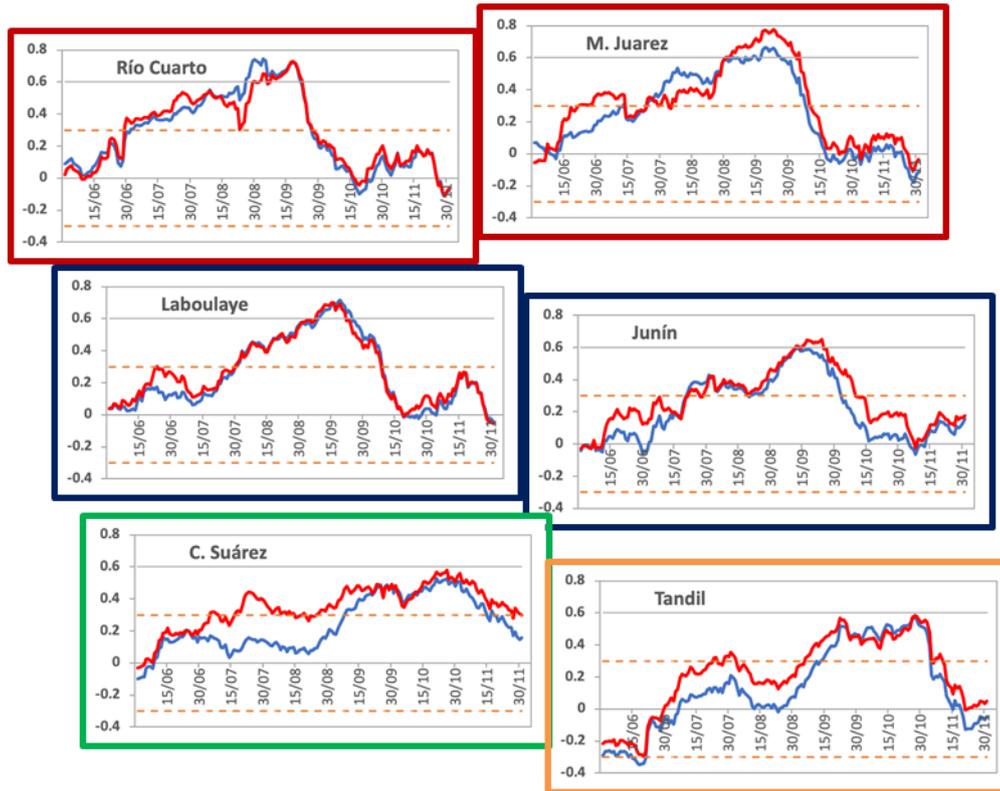


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

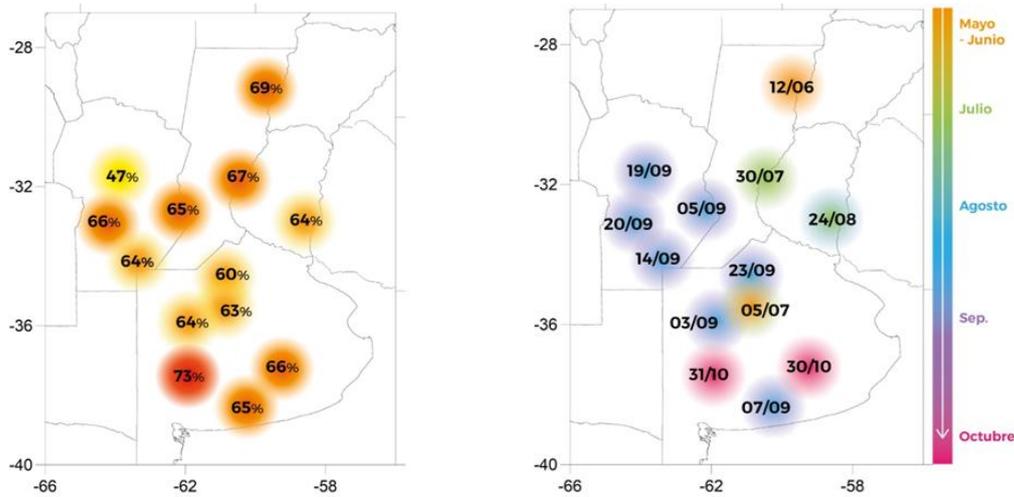


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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).

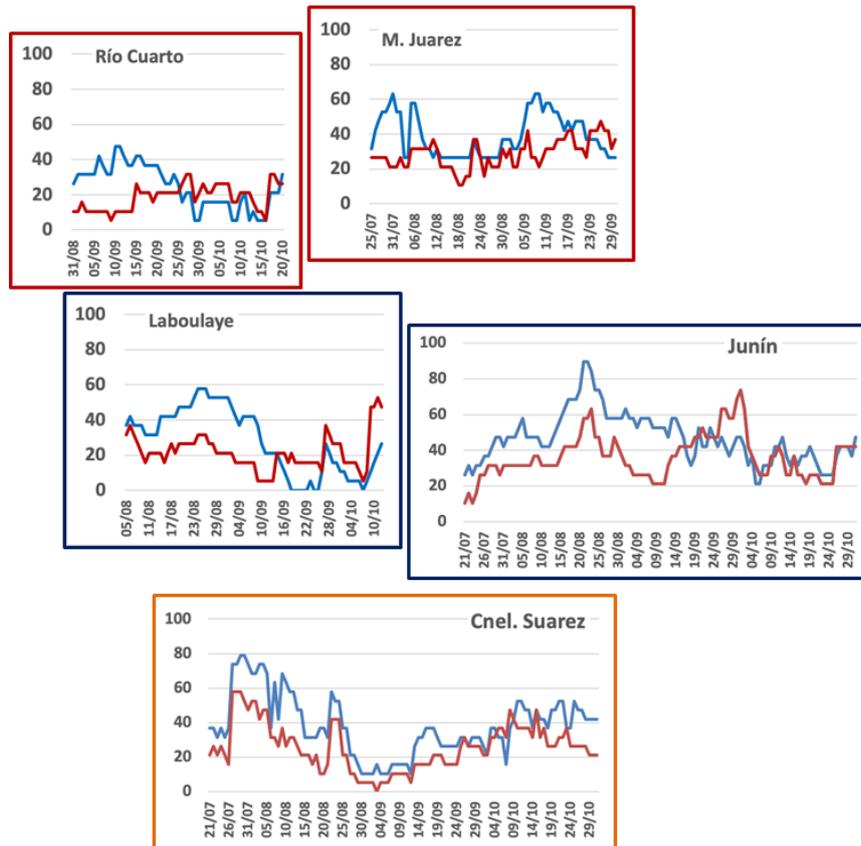


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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.

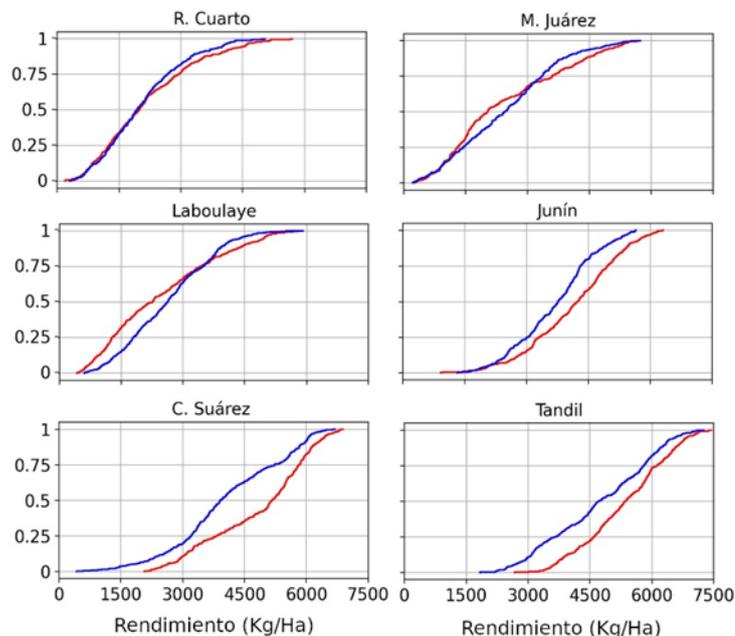


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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



Dorrego 4019 (C1425GBE) Buenos Aires . Argentina
Tel: (+54 11) 5167-6767 . smn@smn.gob.ar

www.smn.gob.ar

