

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

FEBRERO 2024

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

Editores:

Elida Carolina González Morinigo
Lorena Judith Ferreira

Redactores:

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

Colaboradores:

Silvana Carina Bolzi
Camila Córdoba Fradinger

*Dirección Servicios Sectoriales
Servicio Meteorológico Nacional*

 <https://www.smn.gov.ar/>
Servicios | Sector Agropecuario

 +54 11 5167 6767 | interno 18901

 agro@smn.gov.ar

 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 | 8 |
| 2.4 | Heladas | 9 |
| 2.5 | Grados día | 9 |
| 2.6 | Mapas de temperatura | 10 |
| 2.7 | Índice de temperatura y humedad | 10 |

3

Precipitación

- | | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 3.1 | Precipitación acumulada 1ra década | 15 |
| 3.2 | Precipitación acumulada 2da década | 18 |
| 3.3 | Precipitación acumulada 3ra década | 20 |
| 3.4 | Mapas de precipitación | 21 |

4

Índices satelitales

- | | | |
|-----|----------------------------------|----|
| 4.1 | Índice normalizado de vegetación | 22 |
| 4.2 | Humedad del suelo | 23 |

5

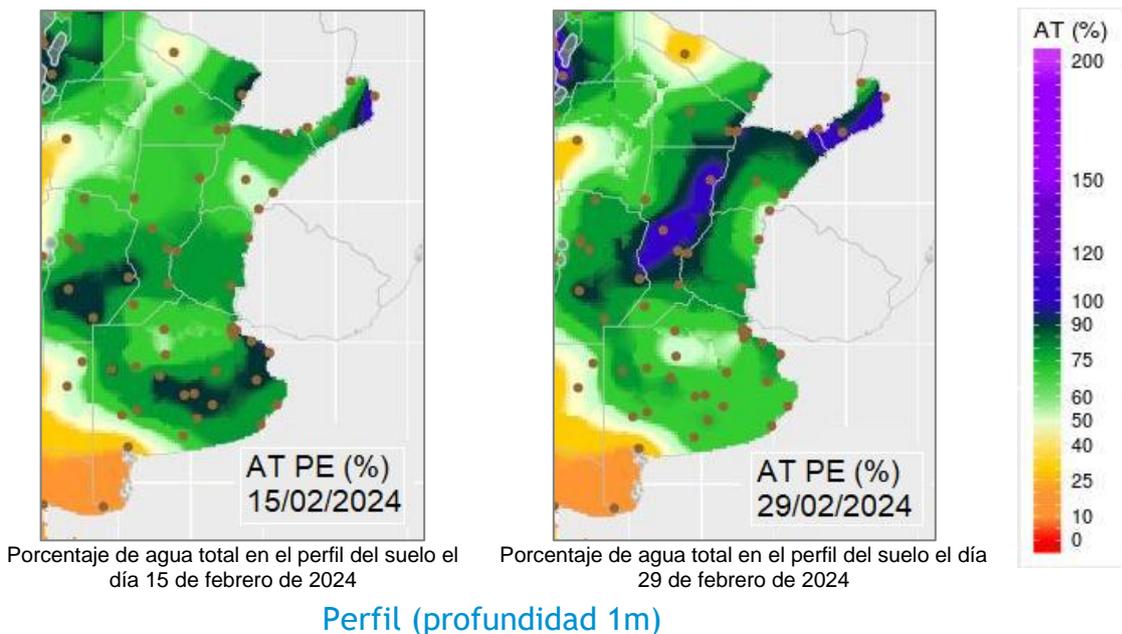
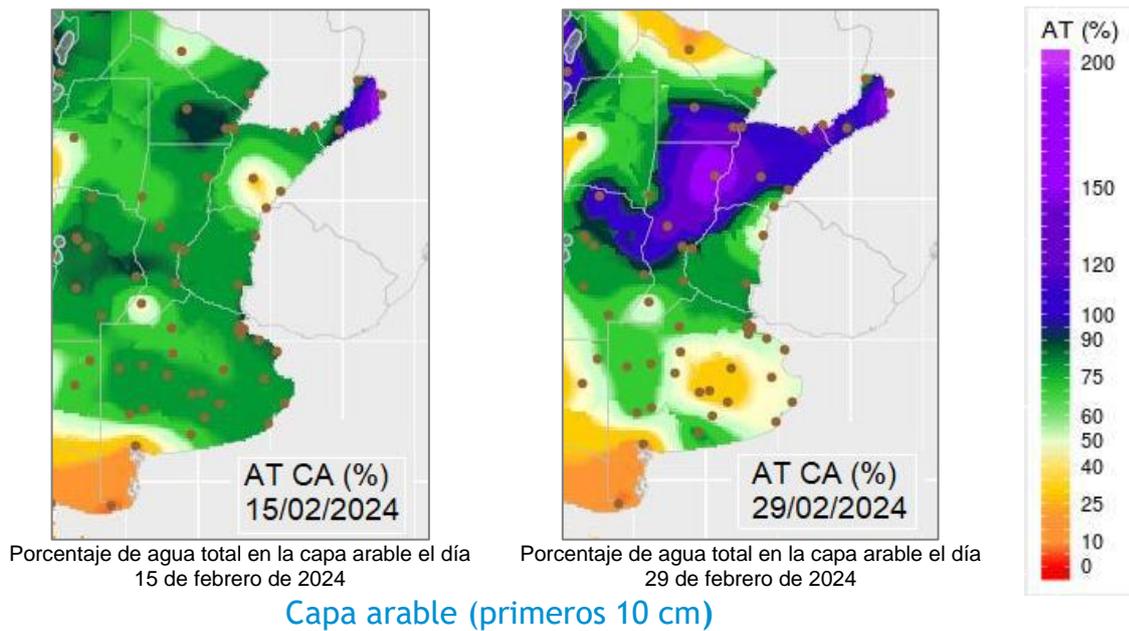
Pronóstico de rendimiento - ProRindes

- | | | |
|-----|---|----|
| 5.1 | Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja tardíos (fecha de inicio: 25/02/2024) | 25 |
|-----|---|----|

- | | | |
|--|---|----|
| | Definición y abreviaturas de parámetros empleados | 26 |
| | Anexo: informe técnico sobre ProRindes | 28 |

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE FEBRERO 2024.

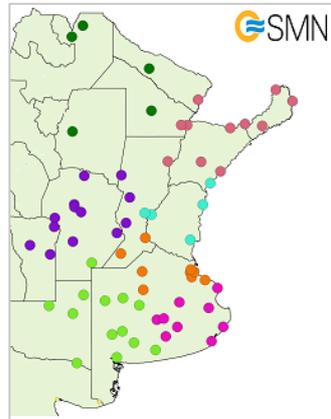
Inició la cosecha de girasol y maíz de primera ocupación. Los maizales de segunda siembra se observan fenológicamente desde floración hasta madurez fisiológica. La soja de primera ocupación se visualiza mayormente en la etapa de llenado de granos o madurez, mientras que las variedades tardías se transitan el final de la fase vegetativa de desarrollo o han entrado en la etapa de floración y fructificación, según las zonas. Comenzó la cosecha de sorgo en el norte de la región pampeana. El resto de los lotes se hallan en fase de llenado de los granos o la madurez.



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.

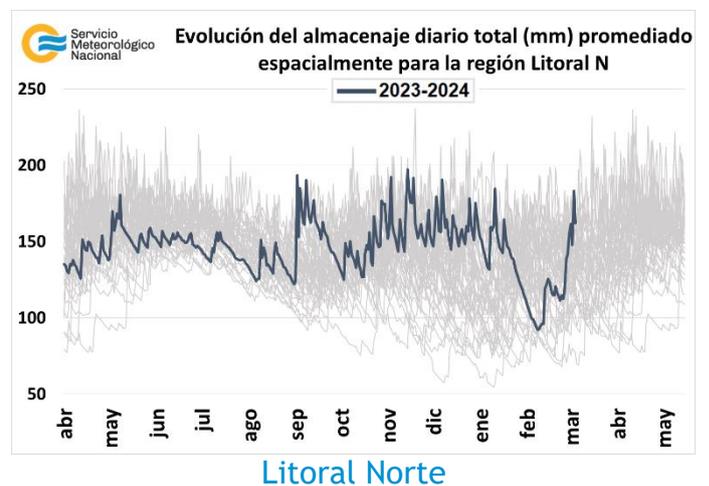
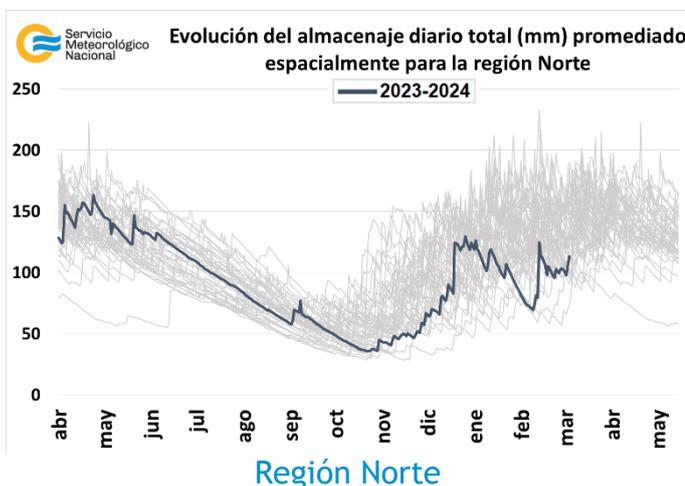
En la región Norte las precipitaciones más abundantes ocurrieron en la segunda década generando un marcado aumento en el contenido de humedad en el suelo. Esta recarga de agua no es suficiente, ya que la zona aún se encuentra con déficit hídrico y el almacenaje de agua en el suelo es uno de los más bajos registrados desde 1981.

En la zona Litoral Norte se produjo un marcado aumento en la humedad edáfica, principalmente en la última década, como consecuencia de las abundantes precipitaciones. El mes finalizó con excesos hídricos en algunas áreas.

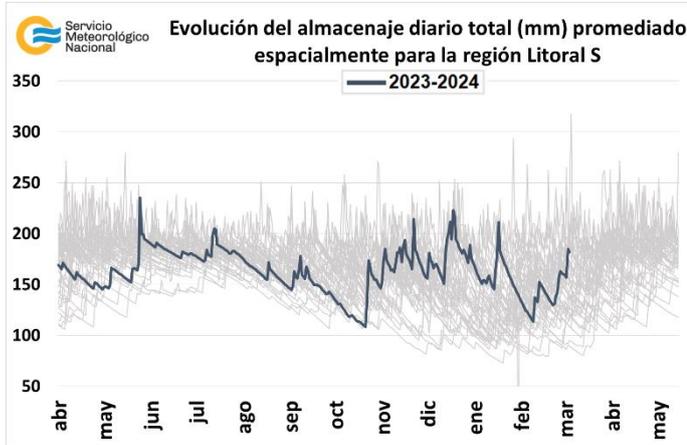
En el sur del Litoral las lluvias recargaron el perfil del suelo a lo largo del mes, presentando una tendencia positiva.

Las precipitaciones registradas en la zona Núcleo han sido inferiores a lo normal y las condiciones hídricas de los suelos van de regulares a sequía.

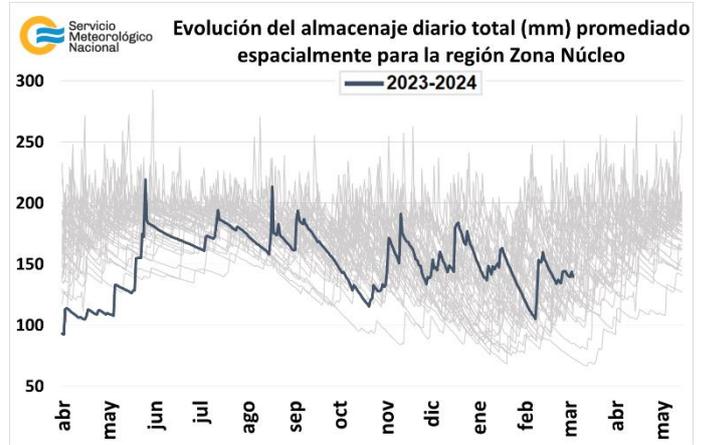
En el sudeste de la región Pampeana se registraron precipitaciones abundantes en la primera quincena de febrero, llegando a un máximo de almacenaje de agua en el suelo el día 11/02/2024, siendo también el más elevado para el mes desde 1981. Luego el suelo perdió humedad permaneciendo en buenas condiciones.



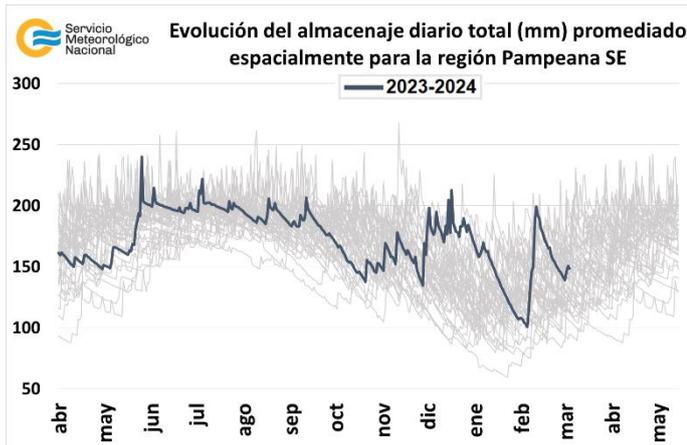
En el sudoeste de la pradera Pampeana las precipitaciones más abundantes ocurrieron en la primera quincena de febrero provocando un marcado aumento en la humedad edáfica. Las condiciones hídricas en el suelo van de buenas en el este a deficitarias en el oeste. En la región central las lluvias produjeron un marcado aumento en el contenido de agua en el suelo, gran parte del área finalizó el mes con excesos.



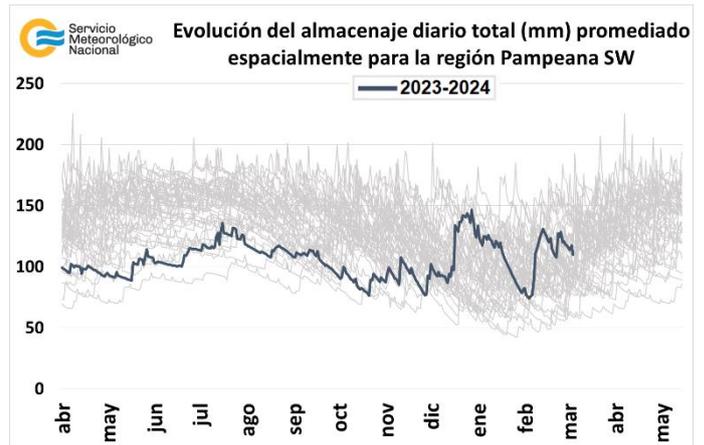
Litoral Sur



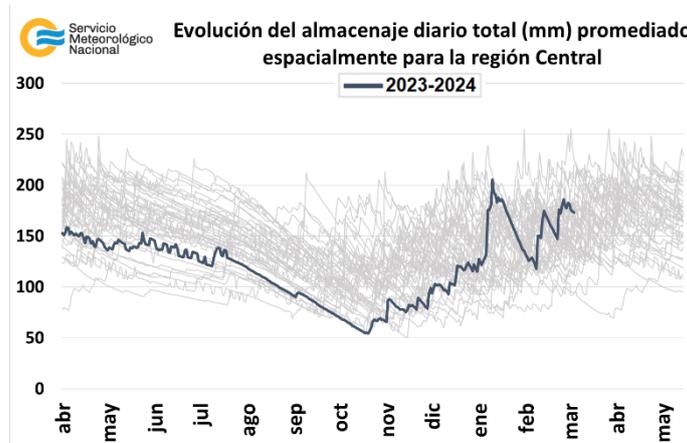
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

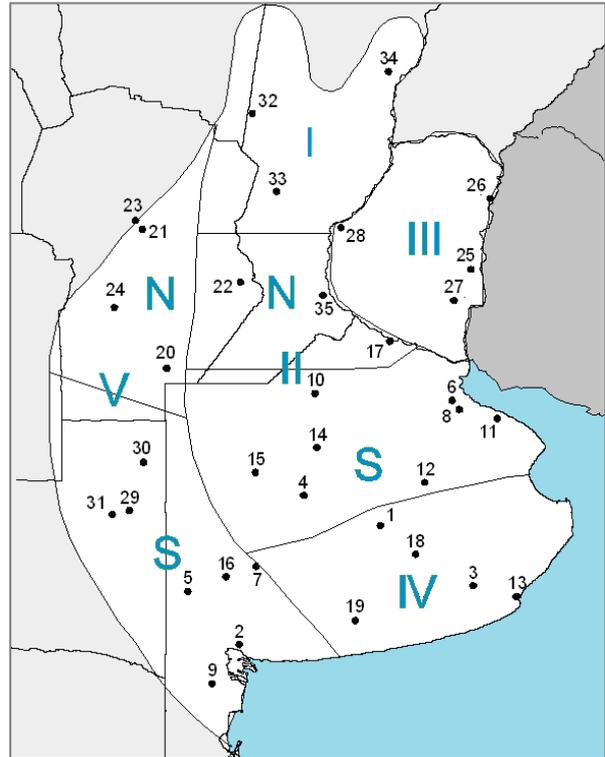


Región Central

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: avanza la cosecha de maíz de primera siembra, mientras que las variedades tardías atraviesan el estado vegetativo. La soja se halla en etapa reproductiva. Avanza la cosecha de sorgo con rendimientos medios o bajos según las zonas. Un gran porcentaje de lo cosechado se lo destinará a forraje.

REGIÓN II NORTE: inició la cosecha de maíz de manera puntual, mientras que el resto de los lotes se observan entre las etapas de floración y madurez, según las zonas. La soja de primera ocupación se visualiza fenológicamente desde llenado de granos hasta el final del ciclo, mientras que las variedades tardías se hallan en estado de floración o fructificación. El sorgo se transita la fase de llenado de los granos o la madurez, según las zonas, con muy buenas condiciones generales.

REGIÓN II SUR: inició la cosecha de girasol en el oeste de esta región, en tanto el resto de los lotes se observan en el estado de llenado de los granos o la madurez. Los maizales de siembra temprana hallan en etapa de llenado de granos o madurez, en tanto las variedades tardías se encuentran en pleno período crítico. La soja de primera ocupación transita la fase de llenado de los granos, mientras que las variedades tardías presentan plantas de bajo porte debido al déficit de precipitaciones durante los meses de enero y febrero. El sorgo alcanza el estado de llenado de granos bajo buenas condiciones generales.

REGIÓN III: comenzó la cosecha del maíz de primera ocupación, mientras que las variedades tardías se observan en etapa de floración o comienzo de llenado de granos. La soja de primera ocupación se halla en etapas desde floración hasta llenado de granos, favorecida por las precipitaciones acaecidas durante el período crítico. Las variedades tardías de transitan diferentes etapas vegetativas hasta inicio de floración, habiendo presentado condiciones de estrés hídrico al comienzo del ciclo. El sorgo se halla mayormente en etapa de llenado de los granos con presencia de algunas plagas tales como orugas y pulgón amarillo.

REGIÓN IV: los maizales se hallan en etapas entre floración y madurez fisiológica, en función de las zonas y de la fecha de siembra. El sorgo transita la etapa de llenado de granos.

REGIÓN V NORTE: los girasoles se hallan en etapa de llenado de los granos o la madurez. Los maizales de siembra temprana se observan mayormente en fase de llenado de granos, mientras que los tardíos transitan la fase de floración. La soja de primera ocupación se halla fenológicamente en etapa de llenado de granos, mientras que las variedades de segunda se visualizan desde el estado de floración hasta inicio de llenado de granos, según las zonas. El sorgo se observa en fase de llenado de los granos.

REGIÓN V SUR: comenzó la cosecha de girasol de manera puntual, en tanto el resto de los lotes alcanzaron la madurez comercial. Los maizales de primera siembra se hallan en etapa de llenado de granos o madurez, en tanto las variedades tardías atraviesan el estado de floración. La soja se transita el estado de floración o fructificación, según las zonas.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Un sistema de alta presión ubicado en el océano Atlántico generó una circulación de aire cálido desde el sector norte hacia el centro y norte argentino, dando lugar a temperaturas elevadas principalmente los primeros días de febrero, registrándose también récords en esta variable. Tanto la máxima como la mínima resultaron superiores al promedio 1991-2020, los mayores apartamientos se registraron en el norte del país.

DÉCADA 1 FEBRERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	28.8	37.5	1	18.1	7.7	4	23.5	20.5	3.0
Bahía Blanca	Buenos Aires	32.1	40.6	1	19.6	9.5	4	25.9	22.4	3.5
Balcarce	Buenos Aires	30.0	38.6	2	18.1	10.2	4	24.1	20.5	3.6
Bolívar	Buenos Aires	31.1	39.6	1	18.0	6.5	4	24.5	21.2	3.3
Bordenave	Buenos Aires	32.4	40.2	1	20.0	8.5	4	26.2	21.3	4.9
Castelar	Buenos Aires	34.5	39.1	1	22.9	18.0	4	28.7	23.3	5.4
Coronel Suárez	Buenos Aires	29.9	38.2	1	18.4	8.0	4	24.2	SD	SD
Ezeiza	Buenos Aires	33.9	38.6	1	22.4	16.5	4	28.2	23.2	5.0
Junín	Buenos Aires	34.8	39.0	7	20.3	15.6	4	27.5	21.9	5.6
La Plata	Buenos Aires	32.6	36.6	7	21.1	15.2	4	26.8	22.4	4.4
Las Flores	Buenos Aires	31.4	38.5	1	19.0	10.5	4	25.2	21.8	3.4
Mar Del Plata	Buenos Aires	27.3	34.2	3	18.1	10.1	5	22.7	19.8	2.9
Nueve de Julio	Buenos Aires	33.4	38.7	1	19.7	12.5	4	26.5	22.3	4.2
Pehuajó	Buenos Aires	33.0	39.1	1	20.2	10.3	4	26.7	21.8	4.9
Pigüé	Buenos Aires	29.8	38.2	1	18.5	8.4	4	24.1	20.5	3.6
San Pedro	Buenos Aires	35.8	39.3	7	23.6	18.6	4	29.7	23.3	6.4
Tandil	Buenos Aires	28.2	36.6	2	16.4	6.0	4	22.3	19.8	2.5
Tres Arroyos	Buenos Aires	29.6	37.6	1	18.9	9.4	4	24.3	20.7	3.6
Laboulaye	Córdoba	33.0	38.7	7	19.8	15.3	4	26.4	22.1	4.3
Manfredi	Córdoba	35.9	40.9	3	19.4	15.9	2	27.6	21.7	6.0
Marcos Juárez	Córdoba	34.0	39.4	7	20.1	16.8	5	27.0	22.4	4.6
Pilar	Córdoba	34.5	39.5	3	20.9	18.0	5	27.7	22.5	5.2
Río Cuarto	Córdoba	31.6	36.5	7	19.9	14.8	5	25.8	21.9	3.9
C. del Uruguay	Entre Ríos	37.4	40.5	8	22.3	18.2	2	29.8	23.9	5.9
Concordia	Entre Ríos	36.2	37.9	8	23.7	20.7	1	30.0	25.0	5.0
Gualedaychú	Entre Ríos	36.5	39.3	8	23.1	19.9	2	29.8	24.0	5.8
Paraná	Entre Ríos	35.2	38.0	3	23.4	21.3	5	29.3	24.1	5.2
Anguil	La Pampa	34.5	42.7	6	19.8	8.0	4	27.2	21.6	5.6
General Pico	La Pampa	33.9	41.0	6	19.8	11.5	4	26.9	22.5	4.4
Santa Rosa	La Pampa	33.8	42.2	6	20.5	11.3	4	27.2	22.5	4.7
Ceres	Santa Fe	37.5	42.5	3	23.3	18.7	2	30.4	24.8	5.6
Rafaela	Santa Fe	37.8	42.2	3	23.2	19.9	2	30.5	24.0	6.5
Reconquista	Santa Fe	37.8	40.8	3	24.7	20.8	2	31.3	26.0	5.3
Rosario	Santa Fe	35.0	38.4	7	22.6	18.3	3	28.8	23.7	5.1

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas estuvieron por encima del promedio en el norte del país, Cuyo, centro y sur de La Pampa, sudoeste de Buenos Aires y la Patagonia, región en la cual los apartamiento fueron más marcados; en el sur de Misiones, Córdoba, sur de Entre Ríos, sur de Santa Fe, norte de La Pampa y el centro y este de Buenos Aires, dichas temperaturas fueron normales o levemente inferiores.

La frecuencia de días con temperatura máxima superior a 30 °C fue mayor en el norte, Cuyo y el norte de la Patagonia que en el centro-este del país. En estas regiones, las máximas absolutas estuvieron entre 36 °C y mayores a 44 °C.

Las mínimas, en general, presentaron anomalías positivas en casi toda el área, excepto en la parte central de Santa Fe y algunas zonas del centro de Buenos Aires donde fueron negativas.

DÉCADA 2 FEBRERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	27.4	30.7	11	13.8	7.6	13	20.6	20.6	0.0
Bahía Blanca	Buenos Aires	32.6	37.1	20	14.9	9.2	13	23.8	22.4	1.4
Balcarce	Buenos Aires	28.1	33.0	11	15.5	9.5	14	21.8	20.7	1.1
Bolívar	Buenos Aires	28.7	31.6	19	14.3	8.0	13	21.5	21.2	0.3
Bordenave	Buenos Aires	31.2	35.6	19	15.7	7.8	13	23.4	21.3	2.2
Castelar	Buenos Aires	29.2	34.9	11	18.8	11.5	13	24.0	23.2	0.8
Coronel Suárez	Buenos Aires	27.8	32.0	19	13.7	7.7	13	20.8	20.3	0.5
Ezeiza	Buenos Aires	29.1	34.7	11	17.7	10.0	13	23.4	23.2	0.2
Junín	Buenos Aires	29.0	32.1	11	16.1	11.4	14	22.5	21.7	0.8
La Plata	Buenos Aires	27.3	32.5	11	17.4	10.3	13	22.3	22.4	-0.1
Las Flores	Buenos Aires	28.4	33.0	11	16.2	9.5	13	22.3	21.7	0.6
Mar Del Plata	Buenos Aires	25.8	31.1	11	15.0	8.6	14	20.4	20.0	0.4
Nueve de Julio	Buenos Aires	29.4	32.8	19	15.3	9.4	13	22.3	22.4	-0.1
Pehuajó	Buenos Aires	29.3	32.9	19	15.5	9.1	13	22.4	21.9	0.5
Pigüé	Buenos Aires	27.9	31.9	19	14.1	7.7	13	21.0	20.7	0.3
San Pedro	Buenos Aires	29.8	34.0	11	17.1	11.2	13	23.5	23.0	0.4
Tandil	Buenos Aires	27.6	30.8	11	13.5	6.5	13	20.6	19.9	0.7
Tres Arroyos	Buenos Aires	29.3	33.9	20	14.8	8.8	13	22.1	20.9	1.2
Laboulaye	Córdoba	29.0	32.9	19	16.4	10.7	14	22.7	21.9	0.8
Manfredi	Córdoba	28.6	31.1	20	15.6	9.1	14	22.1	21.6	0.5
Marcos Juárez	Córdoba	28.6	32.0	11	16.0	9.2	14	22.3	22.1	0.2
Pilar	Córdoba	28.3	30.8	19	17.0	11.8	14	22.6	22.1	0.5
Río Cuarto	Córdoba	27.4	30.2	11	16.8	11.8	14	22.1	21.7	0.4
C. del Uruguay	Entre Ríos	30.1	35.8	11	19.0	13.1	14	24.5	23.6	1.0
Concordia	Entre Ríos	30.3	36.5	11	20.1	14.0	14	25.2	24.3	0.9
Gualeduaychú	Entre Ríos	29.1	34.4	11	19.0	13.7	14	24.1	23.6	0.5
Paraná	Entre Ríos	30.0	34.4	11	18.8	14.0	14	24.4	23.6	0.8
Anguil	La Pampa	31.3	35.6	19	15.8	7.7	13	23.5	22.1	1.5
General Pico	La Pampa	29.7	33.0	19	16.5	10.4	13	23.1	22.7	0.4
Santa Rosa	La Pampa	30.9	34.3	19	16.3	10.3	13	23.6	22.4	1.2
Ceres	Santa Fe	31.7	36.2	11	18.4	13.1	14	25.1	24.2	0.9
Rafaela	Santa Fe	31.1	35.9	11	18.3	14.0	14	24.7	23.6	1.1
Reconquista	Santa Fe	32.0	37.6	11	20.8	16.0	14	26.4	25.2	1.2
Rosario	Santa Fe	29.0	33.2	11	17.7	12.5	13	23.3	23.4	-0.1

2.3 TERCERA DÉCADA

La persistencia de una masa de aire cálida y húmeda sobre la zona central y norte del país favoreció a la ocurrencia de temperaturas mínimas superiores a las normales en casi todo el territorio nacional. En el norte del país la totalidad de los días del período analizado presentaron temperaturas mínimas superiores a los 20 °C. Asimismo, se observaron desvíos negativos de temperatura máxima en la Patagonia y zona central del país y desvíos positivos en las regiones de Cuyo, NOA, Litoral, norte del país y en Buenos Aires.

DÉCADA 3 FEBRERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	28.1	31.3	21	15.0	8.3	25	21.5	19.6	1.9
Bahía Blanca	Buenos Aires	30.2	36.8	21	15.9	9.0	24	23.0	21.3	1.7
Balcarce	Buenos Aires	28.6	33.3	21	15.5	7.7	25	22.0	19.7	2.4
Bolívar	Buenos Aires	28.5	32.3	21	15.9	10.0	25	22.2	20.3	1.9
Bordenave	Buenos Aires	29.7	35.4	27	15.6	9.5	24	22.7	20.4	2.3
Castelar	Buenos Aires	29.9	32.8	22	20.0	17.8	25	25.0	22.6	2.4
Coronel Suárez	Buenos Aires	27.2	31.4	21	14.8	9.8	24	21.0	19.3	1.7
Ezeiza	Buenos Aires	29.4	32.8	22	19.5	15.0	25	24.5	22.5	2.0
Junín	Buenos Aires	29.1	33.5	22	17.9	14.9	25	23.5	21.3	2.2
La Plata	Buenos Aires	27.5	30.0	22	18.9	15.2	25	23.2	21.8	1.4
Las Flores	Buenos Aires	28.6	32.5	28	17.3	10.5	25	22.9	20.9	2.0
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.0	33.3	28	16.9	14.2	25	21.5	19.3	2.2
Nueve de Julio	Buenos Aires	29.7	32.8	21	17.8	12.8	25	23.7	21.7	2.0
Pehuajó	Buenos Aires	29.2	33.3	21	17.1	12.7	25	23.2	21.1	2.1
Pigüé	Buenos Aires	26.8	32.4	27	14.6	10.8	24	20.7	19.4	1.3
San Pedro	Buenos Aires	29.5	32.6	22	19.8	18.2	24	24.7	22.9	1.7
Tandil	Buenos Aires	28.0	31.1	21	14.0	7.6	25	21.0	19.0	2.0
Tres Arroyos	Buenos Aires	28.5	34.0	21	14.8	9.2	24	21.7	19.8	1.9
Laboulaye	Córdoba	28.3	33.0	21	18.1	13.8	24	23.2	21.5	1.7
Manfredi	Córdoba	28.6	32.7	21	18.7	12.8	24	23.7	21.4	2.3
Marcos Juárez	Córdoba	28.8	33.0	21	18.8	12.2	24	23.8	21.9	1.9
Pilar	Córdoba	28.1	32.1	22	19.2	15.5	24	23.7	21.8	1.9
Río Cuarto	Córdoba	26.8	30.9	22	18.0	13.4	24	22.4	21.5	0.9
C. del Uruguay	Entre Ríos	29.5	32.9	22	20.4	18.8	28	24.9	23.2	1.7
Concordia	Entre Ríos	31.4	33.6	23	22.0	19.7	21	26.7	23.8	2.9
Gualeguaychú	Entre Ríos	29.2	32.5	22	20.3	19.3	23	24.8	23.2	1.6
Paraná	Entre Ríos	29.0	33.5	22	20.7	19.2	24	24.9	23.2	1.7
Anguil	La Pampa	29.9	35.0	27	16.9	13.1	24	23.4	21.5	1.9
General Pico	La Pampa	28.4	33.0	21	17.6	13.8	24	23.0	21.9	1.1
Santa Rosa	La Pampa	28.7	34.2	21	17.1	12.6	24	22.9	21.5	1.4
Ceres	Santa Fe	30.1	35.8	22	21.5	20.0	24	25.8	24.0	1.8
Rafaela	Santa Fe	30.5	36.4	22	21.1	18.7	24	25.8	23.3	2.5
Reconquista	Santa Fe	32.4	36.2	22	23.0	20.6	21	27.7	24.9	2.8
Rosario	Santa Fe	28.8	33.2	22	19.9	16.1	24	24.4	23.0	1.4

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

MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

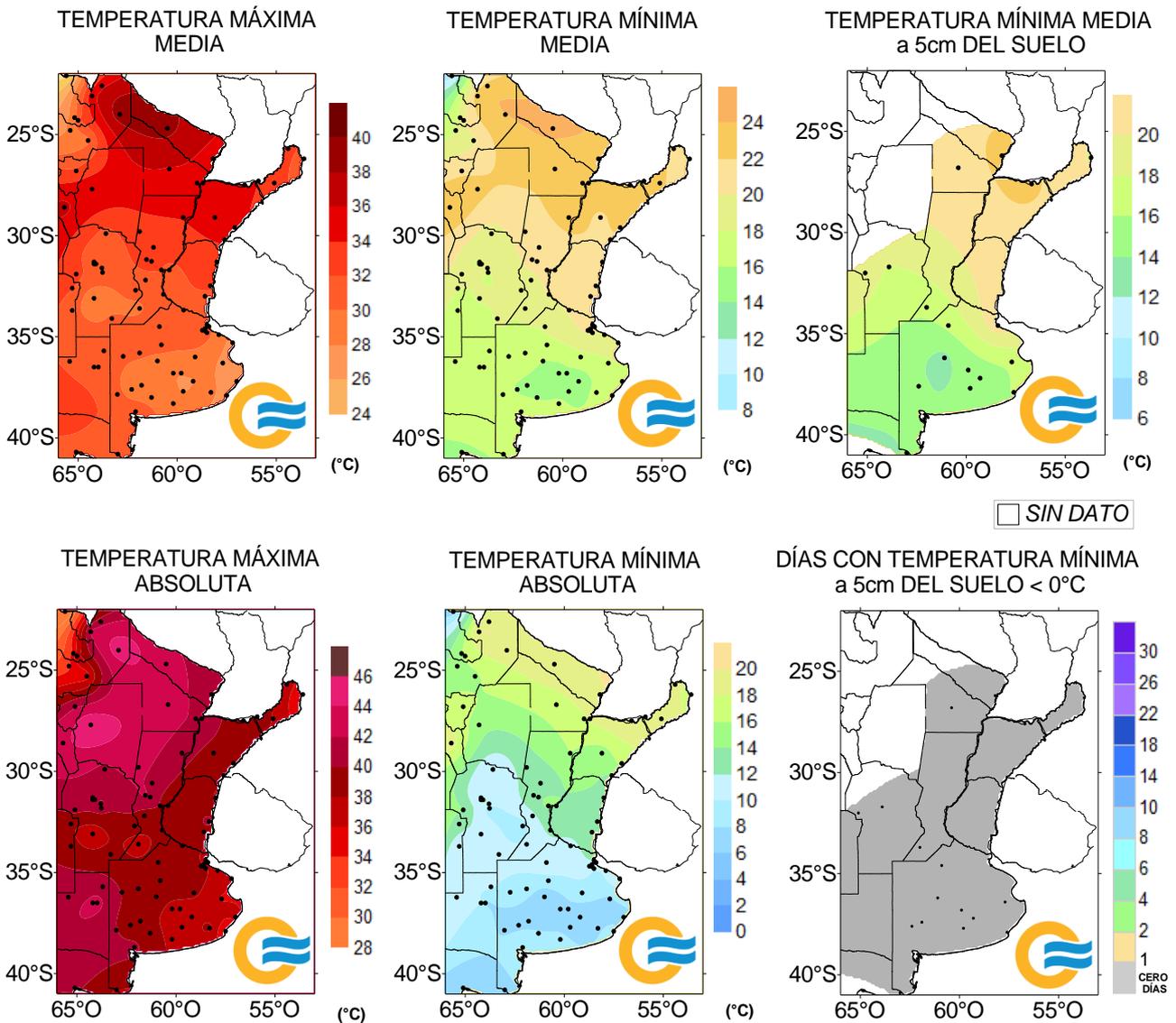
SD: sin datos por datos faltantes.

Balcarce y Concepción del Uruguay: datos faltantes en octubre 2023

Rafaela: datos faltantes en octubre y noviembre 2023

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

FEBRERO 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:

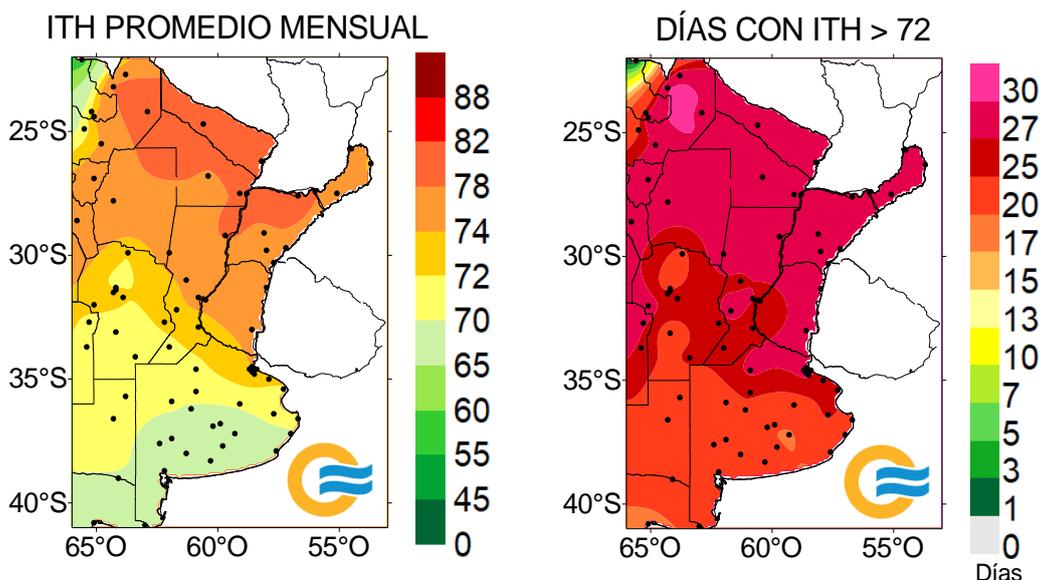
- 1- mayor a 72** la producción de leche comienza a ser afectada.
- 2- alerta, ITH entre 74 - 78**, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales.
- 3- peligro, ITH entre 78 – 82**, la productividad de los animales es altamente disminuida 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.

En febrero las temperaturas fueron más cálidas que la climatología, registrándose una ola de calor* y, en cuanto al índice de estrés térmico, se superó al umbral de 72 en más de 27 días en el centro y norte del país, sobre todo a la hora de máxima radiación.

El establecimiento de un centro de alta presión sobre el Atlántico Sur de muy lento desplazamiento, produjo circulación de aire cálido del sector norte hacia el continente. Esto produjo el desarrollo de una ola de calor que se inició a fines de enero y finalizó el 12 de febrero en las localidades del centro y norte del país.

Dentro de la cuenca lechera, se registraron períodos de 3 a 10 días consecutivos con valores de temperatura y humedad que son perjudiciales para el bienestar animal, sin horas de descanso para éstos.

FEBRERO 2024

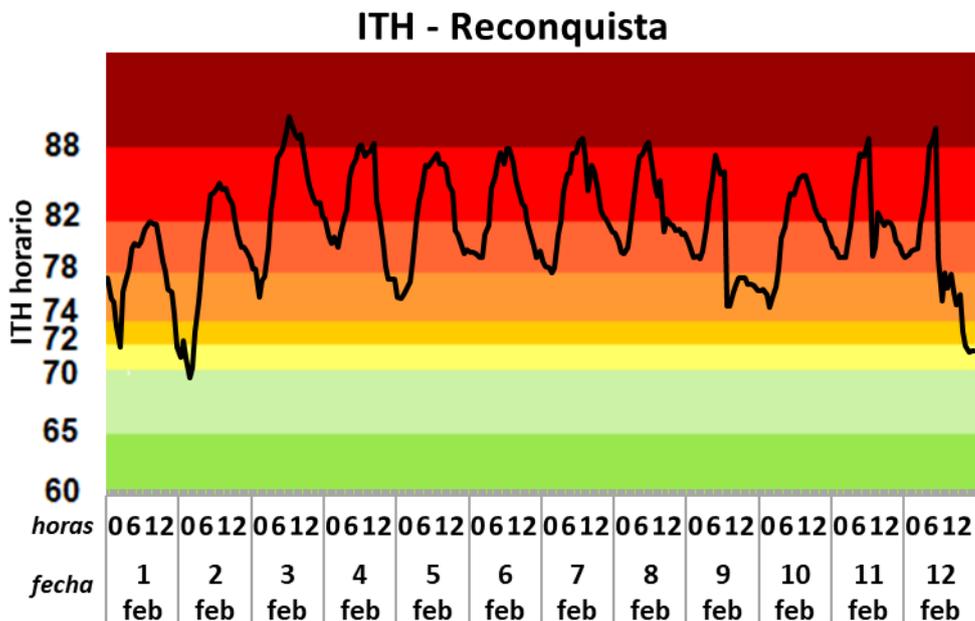


* El Servicio Meteorológico Nacional de Argentina define un evento de ola de calor cuando las temperaturas máximas y mínimas superan o igualan, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, a ciertos valores umbrales que dependen de cada localidad (percentil 90 del semestre cálido octubre-marzo)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

En Reconquista se observó el período más largo con condiciones ambientales perjudiciales para el ganado. La ola de calor en esta localidad se extendió del 3 al 9 de febrero, con temperaturas máximas 36.0 °C a 40.8°C y temperaturas mínimas entre 23.5 °C a 27.6 °C. En Reconquista los umbrales para determinar ola de calor son:

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

El período con condiciones desfavorables para los animales se extendió del 1 al 12 de febrero, particularmente se registraron 255 horas consecutivas (10 días, del 2 al 12 de febrero) con el ITH superior al umbral de 72, donde la producción de leche comienza a ser afectada. Además en el análisis horario se observan varios períodos entre 12 y 14 horas con el ITH superior a 82, lo cual puede implicar la muerte de los animales si no se toman medidas.

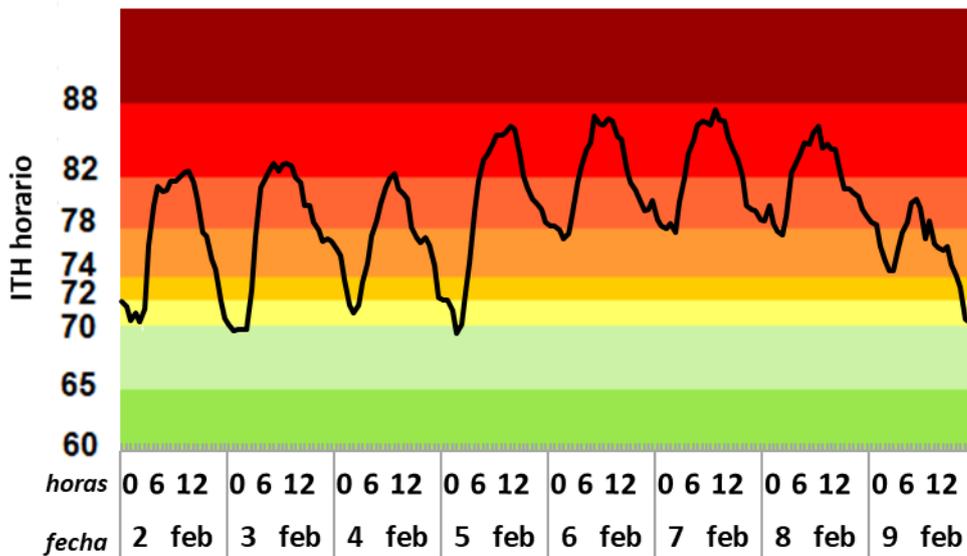


En Paraná la ola de calor abarcó del 5 al 8 de febrero, registrándose temperaturas máximas entre 35.6 °C a 37.9 °C y temperaturas mínimas entre 21.3 °C a 26.5 °C. Las temperaturas base que definen una ola de calor en Paraná son:

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

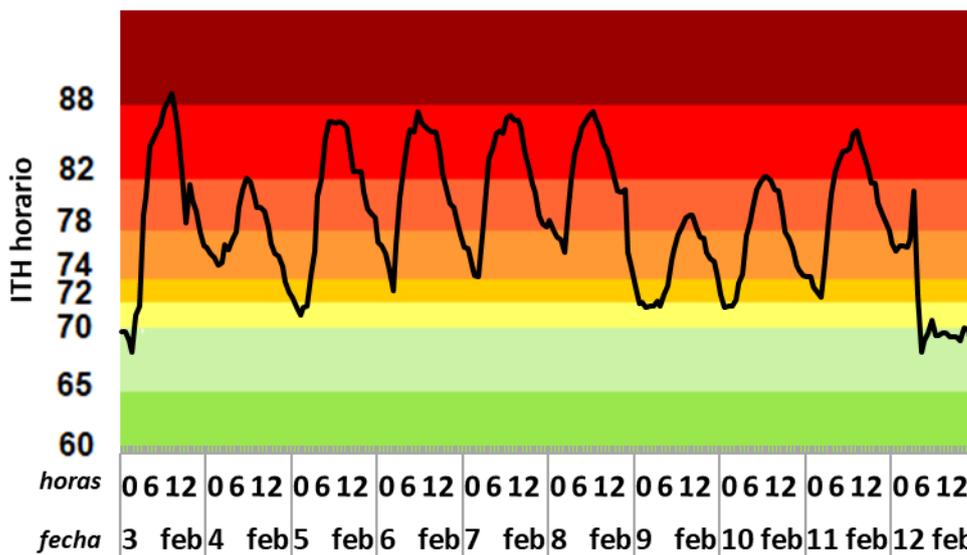
Con respecto a los valores de temperatura y humedad, el período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado abarcó del 2 al 9 de febrero, registrándose 112 horas consecutivas con el ITH superior a 72 (del 5 al 9 de febrero), alcanzando el valor extremo de 88. Además en el análisis horario se observan varios períodos entre 11 y 12 horas con el ITH superior a 82, por lo que se puede producir la muerte de los animales si no se toman medidas.

ITH - Paraná



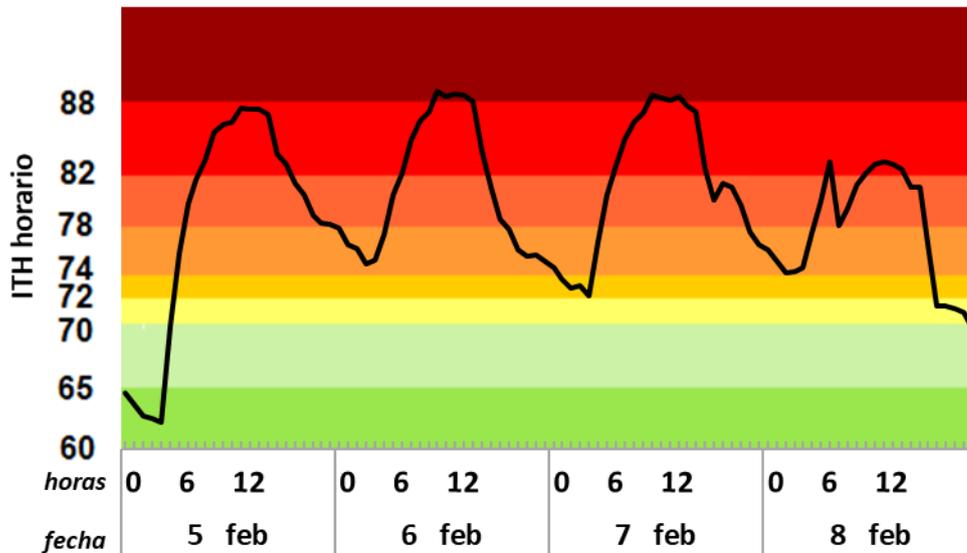
En Sunchales el período con condiciones críticas para los animales se extendió desde el 3 hasta el 12 de febrero, registrándose 92 horas consecutivas (casi 4 días) con ITH mayor a 72 del 5 al 9 de febrero. En esta localidad se destaca también, en el análisis horario, varios períodos entre 10 y 12 horas con el ITH superior a 82, por lo que se puede producir la muerte de los animales si no se toman medidas.

ITH - Sunchales



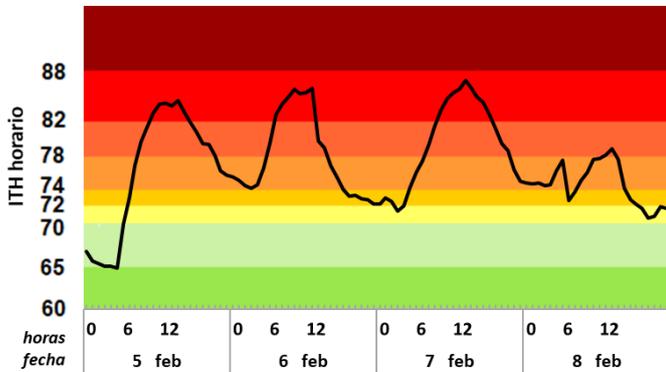
En Marcos Juárez el período con condiciones de estrés térmico para los animales se extendió del 5 al 8 de febrero, en el cual se registraron 85 horas consecutivas (poco más de 3 días) con el ITH superior al umbral de 72, donde la producción de leche comienza a ser afectada. Además en el análisis horario se observan 3 períodos entre 9 y 11 horas con el ITH superior a 82, lo cual puede implicar la muerte de los animales si no se toman medidas.

ITH - Marcos Juárez

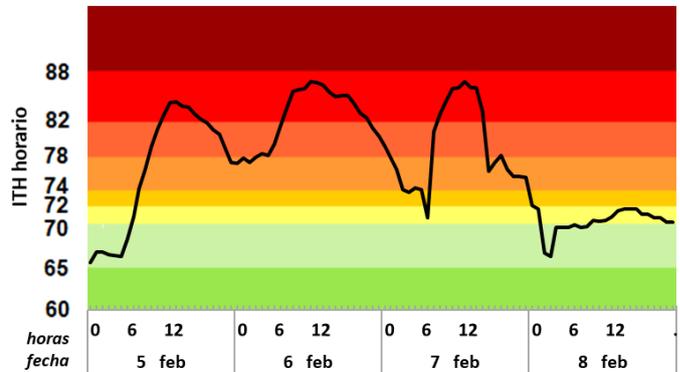


En otras localidades como Junín, Dolores, General Pico y Laboulaye no se registraron olas de calor ni se observaron más de 72 horas consecutivas con el índice de temperatura y humedad superior a 72, pero se registró un período cálido de alrededor de 3 días con condiciones ambientales perjudiciales para el ganado, donde tuvieron menos de 6 horas de descanso del estrés por calor. A continuación se muestra el análisis horario para estas localidades.

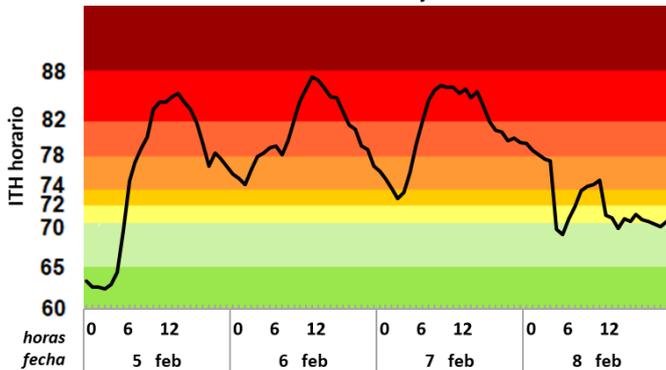
ITH - Junín



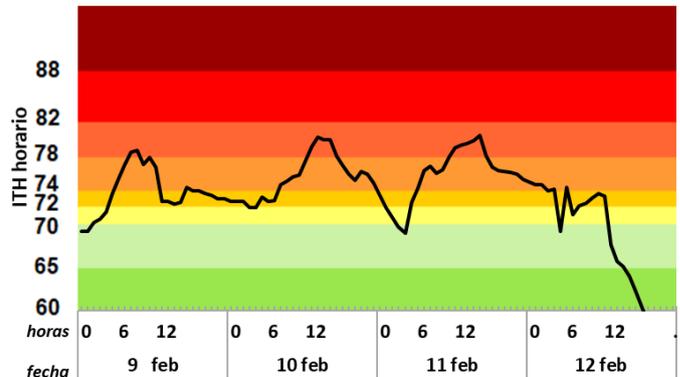
ITH - General Pico



ITH - Laboulaye



ITH - Dolores



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 febrero de 2024.

3.1 PRIMERA DÉCADA

A comienzos de la década se produjeron condiciones de inestabilidad atmosférica en el NOA, Cuyo y costa Atlántica del sur de Buenos Aires, registrándose algunas precipitaciones en esas zonas. En el sur de la región Patagónica el pasaje de varios frentes fríos generó también lluvias en la zona. Por otra parte, la presencia de un sistema de alta presión ubicado en el océano Atlántico, produjo circulación desde el sector norte hacia el centro y norte argentino, dando lugar a temperaturas elevadas (y se registraron récords en esta variable). El avance de un frente frío desde la Patagonia hacia el Litoral generó algunas lluvias en Córdoba y Buenos Aires los días 3/2 y 4/2. Mientras que en el norte del territorio continuaron las condiciones de inestabilidad atmosférica a causa de un sistema de baja presión, esto generó lluvias y tormentas en ese sector, registrándose 79 mm en Salta Aero el día 5/2.

El avance de un nuevo frente frío desde la Patagonia hacia el sur de Buenos Aires, generó condiciones de inestabilidad atmosférica, dando lugar a lluvias y tormentas, con importante caída de agua en 24 horas. Las precipitaciones más altas observadas el día 6/2 fueron: 63 mm en Azul, 50 mm en Coronel Suárez, 49 mm en Bolívar, 49 mm en Olavarría y 41 mm en Tandil; mientras que el día 7/2 los registros de mayor volumen fueron: 56 mm en Pehuajó y 48 mm en Santa Rosa.

Finalizando la década, el sistema frontal permaneció en el sur de Buenos Aires, generando tormentas y abundantes lluvias en esa zona y en el centro del país, los registros diarios más elevados se presentan en la Tabla I. Se destaca también la precipitación acumulada en sólo 2 días en La Plata (183 mm), Punta Indio (181 mm) y Aeroparque (128 mm).

En resumen, ocurrieron precipitaciones en casi todo el país, excepto en el centro de la Patagonia. Las precipitaciones más elevadas se registraron en Buenos Aires y ocurrieron los últimos días de la década.

Los suelos se recargaron de humedad en las zonas que recibieron abundantes lluvias como el NOA, Buenos Aires y centro y norte de Córdoba. En el este de Salta y centro y este de Buenos Aires se registran excesos hídricos, mientras que gran parte de la región Pampeana se encuentra con buenas condiciones hídricas en los suelos.

Tabla I. Precipitaciones diarias (mm) más altas.

Localidad	Provincia	Precipitación diaria (mm)	Fecha
La Plata Aero	Buenos Aires	122	9/2/2024
Punta Indio B.A	Buenos Aires	105	10/2/2024
Dolores Aero	Buenos Aires	84	9/2/2024
Gualedaychú Aero	Entre Ríos	83	9/2/2024
Aeroparque	Buenos Aires	80	8/2/2024
Punta Indio	Buenos Aires	76	9/2/2024
Marcos Juárez Aero	Córdoba	73	8/2/2024
Villa Dolores Aero	Córdoba	70	8/2/2024
La Plata Aero	Buenos Aires	61	10/2/2024
Mar Del Plata Aero	Buenos Aires	61	10/2/2024
Córdoba Aero	Córdoba	52	8/2/2024
Pilar Observatorio	Córdoba	50	8/2/2024
Jujuy Aero	Jujuy	48	9/2/2024
Aeroparque	Buenos Aires	48	9/2/2024
Córdoba Observatorio	Córdoba	46	8/2/2024
Las Flores Aero	Buenos Aires	46	9/2/2024
Tandil Aero	Buenos Aires	43	9/2/2024
Ceres Aero	Santa Fe	42	8/2/2024
Reconquista Aero	Santa Fe	42	9/2/2024

DÉCADA 1 FEBRERO 2024

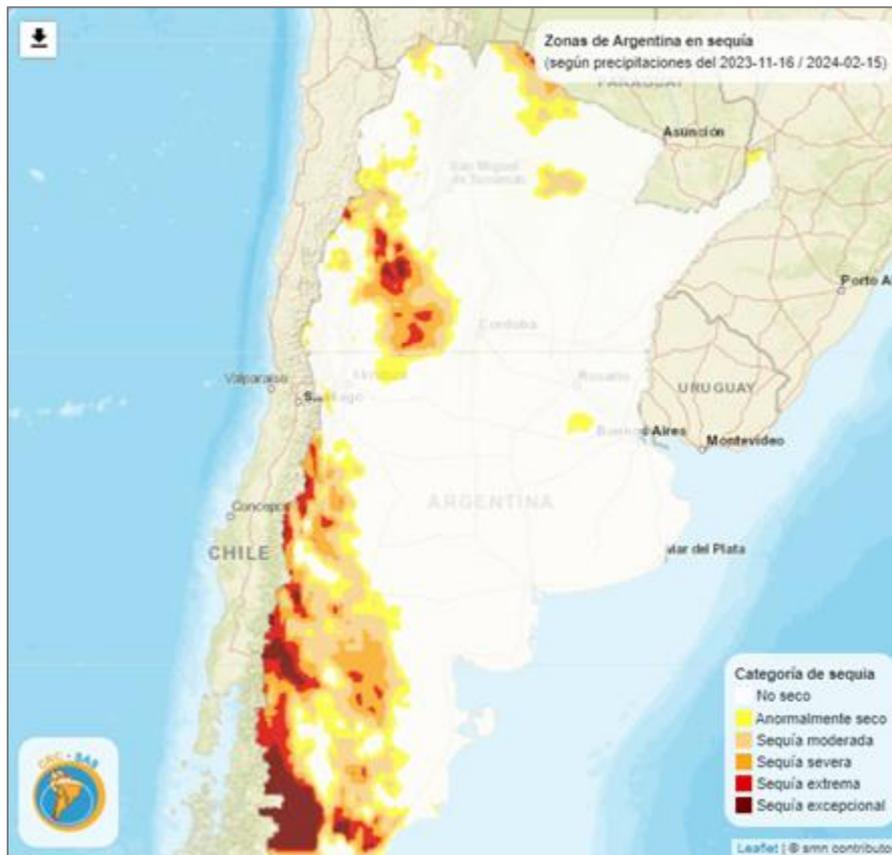
ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	131.0	93.4	5	63.0	6
Bahía Blanca	Buenos Aires	18.3	-5.5	2	11.0	1
Balcarce	Buenos Aires	50.7	14.2	3	29.0	9
Bolívar	Buenos Aires	122.0	77.9	5	49.0	6
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-19.0	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	31.6	-22.8	2	22.8	9
Coronel Suarez	Buenos Aires	92.0	60.4	5	50.0	6
Ezeiza	Buenos Aires	42.0	-7.5	2	34.0	9
Junín	Buenos Aires	30.0	-13.3	2	20.0	8
La Plata	Buenos Aires	184.0	129.0	2	122.0	9
Las Flores	Buenos Aires	103.0	60.3	4	46.0	9
Mar Del Plata	Buenos Aires	113.6	77.3	5	61.0	10
Nueve de Julio	Buenos Aires	45.0	5.9	3	27.0	8
Pehuajó	Buenos Aires	75.5	41.9	3	56.0	7
Pigüé	Buenos Aires	43.0	10.5	4	20.0	6
San Pedro	Buenos Aires	5.5	-49.0	1	4.5	8
Tandil	Buenos Aires	135.0	100.7	6	43.0	9
Tres Arroyos	Buenos Aires	37.1	0.7	4	15.0	5
Laboulaye	Córdoba	40.7	-2.2	4	30.0	8
Manfredi	Córdoba	52.8	19.8	2	47.3	8
Marcos Juárez	Córdoba	80.0	28.4	2	73.0	8
Pilar	Córdoba	51.9	4.3	1	50.0	8
Río Cuarto	Córdoba	28.0	-13.5	2	18.0	8
C. del Uruguay	Entre Ríos	75.5	18.3	1	75.5	9
Concordia	Entre Ríos	15.0	-44.3	2	8.0	4
Gualeguaychú	Entre Ríos	83.0	29.2	1	83.0	9
Paraná	Entre Ríos	23.0	-36.7	1	23.0	9
Anguil	La Pampa	13.8	-13.8	2	11.5	7
General Pico	La Pampa	32.0	-0.7	2	25.0	7
Santa Rosa	La Pampa	76.6	45.7	3	48.0	7
Ceres	Santa Fe	47.0	-4.2	2	42.0	8
Rafaela	Santa Fe	6.4	-46.1	2	3.3	8
Reconquista	Santa Fe	42.0	-22.8	1	42.0	9
Rosario	Santa Fe	48.0	-6.7	2	39.0	9

3.2 SEGUNDA DÉCADA

Ocurrieron lluvias en gran parte del país, los mayores montos se ubicaron en el norte y centro del territorio, así como también en el este de Santa Cruz y Tierra del Fuego. Sin embargo, sólo resultaron superiores a la normal en Salta, Jujuy, Chaco, este de Formosa, Misiones, centro de San Luis, sur de Córdoba, sudoeste de Santa Fe, una pequeña porción del noreste de Buenos Aires, y Tierra del Fuego; en estas regiones, además, la frecuencia de días con precipitación fue normal o superior (en Misiones y Tierra del Fuego). Por otro lado, las lluvias mostraron desvíos negativos en Cuyo, oeste de Formosa, norte de Córdoba, norte y centro de Santa Fe, centro y sur de la Mesopotamia, casi todo Buenos Aires, La Pampa, noreste patagónico y la región cordillerana de la Patagonia.

El contenido de humedad de los suelos se redujo en gran parte de la región Pampeana donde las precipitaciones fueron deficitarias. Por lo tanto las condiciones hídricas de los suelos van de diferentes grados de sequía a moderado exceso, según el índice mostrado. Las áreas que se encuentran en diferentes categorías de sequía, estimadas mediante el producto CHIRPS para el período comprendido entre el 16 de noviembre del 2023 y el 15 de febrero del 2024 (tres meses), son: el norte del NOA, el este de Formosa, el norte y sur 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 2 FEBRERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	13.0	-20.0	1	13.0	11
Bahía Blanca	Buenos Aires	10.0	-18.4	1	10.0	11
Balcarce	Buenos Aires	8.5	-22.8	1	8.5	11
Bolívar	Buenos Aires	24.4	-9.2	1	24.0	11
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-32.2	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	29.2	-0.8	2	23.6	12
Coronel Suarez	Buenos Aires	16.0	-13.4	1	16.0	11
Ezeiza	Buenos Aires	25.0	-4.3	2	18.0	12
Junín	Buenos Aires	30.0	0.1	2	27.0	11
La Plata	Buenos Aires	47.0	24.6	3	30.0	12
Las Flores	Buenos Aires	1.5	-30.3	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.0	-38.3	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	11.5	-19.0	1	11.0	11
Pehuajó	Buenos Aires	31.0	3.7	1	31.0	11
Pigüé	Buenos Aires	22.0	-12.1	1	22.0	11
San Pedro	Buenos Aires	36.3	5.3	2	26.5	11
Tandil	Buenos Aires	3.1	-31.8	1	3.0	11
Tres Arroyos	Buenos Aires	4.0	-35.2	1	4.0	11
Laboulaye	Córdoba	74.2	41.0	1	74.0	11
Manfredi	Córdoba	16.3	-17.3	2	13.8	12
Marcos Juárez	Córdoba	37.0	0.9	2	27.0	11
Pilar	Córdoba	29.0	-0.5	2	22.0	12
Río Cuarto	Córdoba	74.0	42.6	2	70.0	11
C. del Uruguay	Entre Ríos	18.1	-3.0	1	17.8	12
Concordia	Entre Ríos	39.0	-7.5	1	39.0	12
Gualeguaychú	Entre Ríos	13.0	-24.6	1	13.0	12
Paraná	Entre Ríos	29.0	-2.6	1	29.0	12
Anguil	La Pampa	4.0	-22.4	1	4.0	11
General Pico	La Pampa	22.0	-16.4	1	22.0	11
Santa Rosa	La Pampa	6.0	-21.1	1	6.0	11
Ceres	Santa Fe	8.0	-26.5	1	8.0	12
Rafaela	Santa Fe	1.8	-28.0	1	1.3	12
Reconquista	Santa Fe	13.0	-30.4	2	8.0	12
Rosario	Santa Fe	38.0	4.0	2	31.0	11

3.3 TERCERA DÉCADA

DÉCADA 3 FEBRERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.6	-30.4	0	-	-
Bahía Blanca	Buenos Aires	13.0	-4.2	2	8.0	22
Balcarce	Buenos Aires	7.8	-10.5	2	6.5	22
Bolívar	Buenos Aires	21.0	-7.3	1	21.0	22
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-36.2	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	19.4	-8.5	3	12.8	25
Coronel Suarez	Buenos Aires	25.0	0.2	2	15.0	22
Ezeiza	Buenos Aires	12.0	-17.6	2	7.0	25
Junín	Buenos Aires	41.0	-0.9	3	27.0	22
La Plata	Buenos Aires	11.0	-24.5	2	7.0	26
Las Flores	Buenos Aires	2.0	-28.0	1	2.0	22
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.0	-29.0	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	13.0	-19.3	1	13.0	22
Pehuajó	Buenos Aires	39.0	10.1	1	39.0	22
Pigüé	Buenos Aires	34.0	-0.6	2	26.0	22
San Pedro	Buenos Aires	74.3	38.5	2	63.0	25
Tandil	Buenos Aires	0.9	-28.3	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	45.0	14.1	3	32.0	26
Laboulaye	Córdoba	36.0	3.6	3	31.0	22
Manfredi	Córdoba	43.3	17.4	3	23.8	22
Marcos Juárez	Córdoba	92.5	61.3	4	59.0	22
Pilar	Córdoba	49.0	14.0	3	27.0	22
Río Cuarto	Córdoba	115.0	83.2	3	57.0	22
C. del Uruguay	Entre Ríos	61.9	34.7	2	52.3	25
Concordia	Entre Ríos	0.4	-43.3	0	-	-
Gualedaychú	Entre Ríos	45.1	13.5	2	35.0	26
Paraná	Entre Ríos	89.0	52.0	4	40.0	25
Anguil	La Pampa	4.5	-18.5	1	3.5	22
General Pico	La Pampa	36.5	2.4	1	36.0	22
Santa Rosa	La Pampa	18.0	-12.4	1	18.0	22
Ceres	Santa Fe	35.0	3.9	3	25.0	25
Rafaela	Santa Fe	20.8	-8.8	4	7.3	22
Reconquista	Santa Fe	99.0	56.3	3	55.0	28
Rosario	Santa Fe	54.3	15.6	4	28.0	25

En el comienzo de esta década, el desplazamiento de un frente frío desde la región patagónica hacia el noreste del país, dejó precipitaciones de variada intensidad a su paso, luego permaneció estacionado en la región del Litoral hasta casi el final del período.

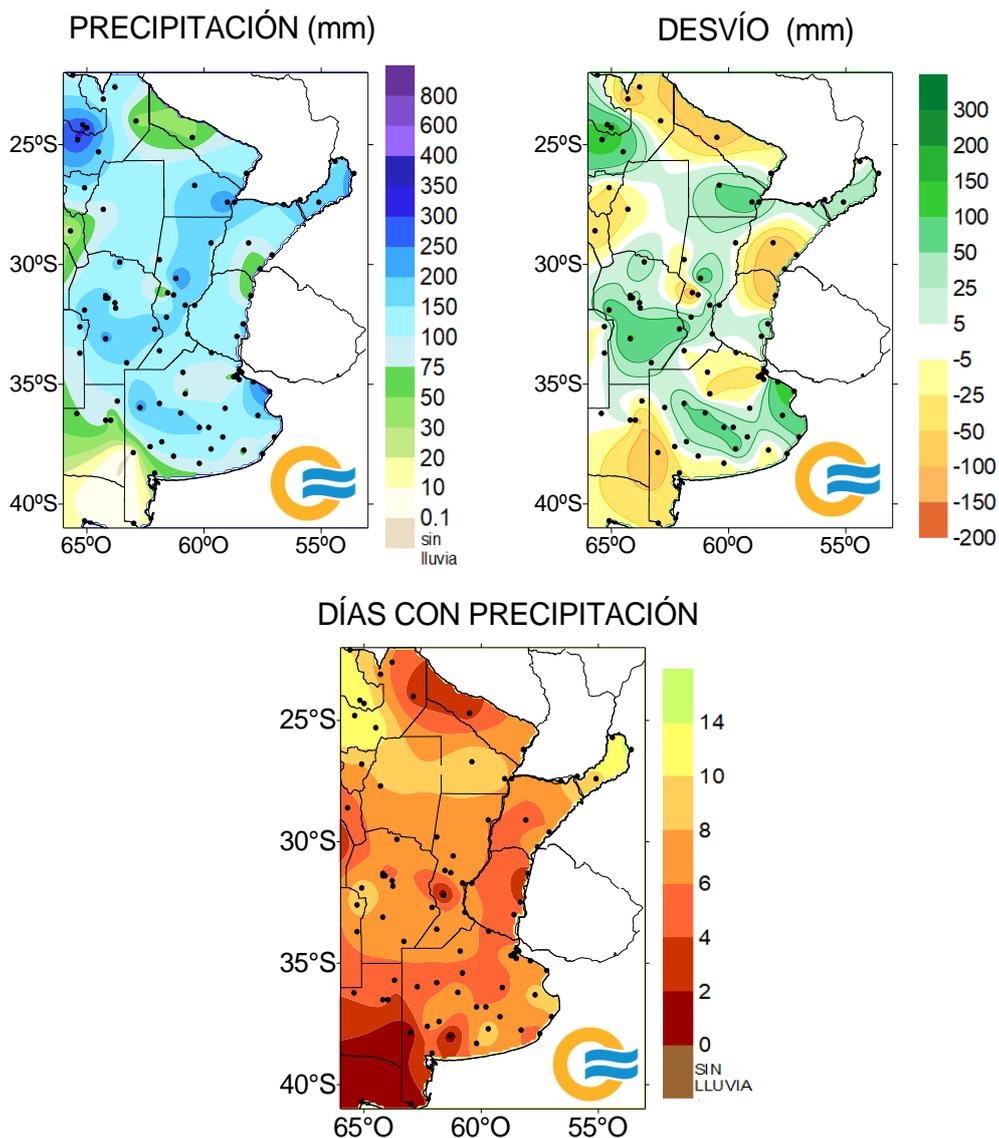
Los principales valores de precipitación acumulada se registraron en Corrientes (161.5 mm), Resistencia (168.7 mm), Oberá (108 mm), Rafaela (128 mm), Sunchales (177 mm), Río Cuarto (144.6 mm), Sauce Viejo (99.5 mm), Paraná 88 mm) y Marcos Juárez (92.5 mm), dejando desvíos positivos de lluvia en estas zonas. Por el contrario en el centro-este de Buenos Aires y en el extremo norte de país las lluvias fueron inferiores a los normales. Las precipitaciones registradas favorecieron al aumento de la cantidad de agua almacenada en el suelo en una franja que incluye las provincias de Córdoba, Santa Fe, este de Chaco, Corrientes y sur de Misiones, dejando al suelo en condiciones óptimas de humedad o con algunos excesos. En el extremo noroeste del país también se observó un incremento de la humedad retenida en el suelo. En el centro-este de la Provincia de Buenos Aires se registró un secamiento del perfil edáfico dada la escasez de lluvias en el período analizado.

Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

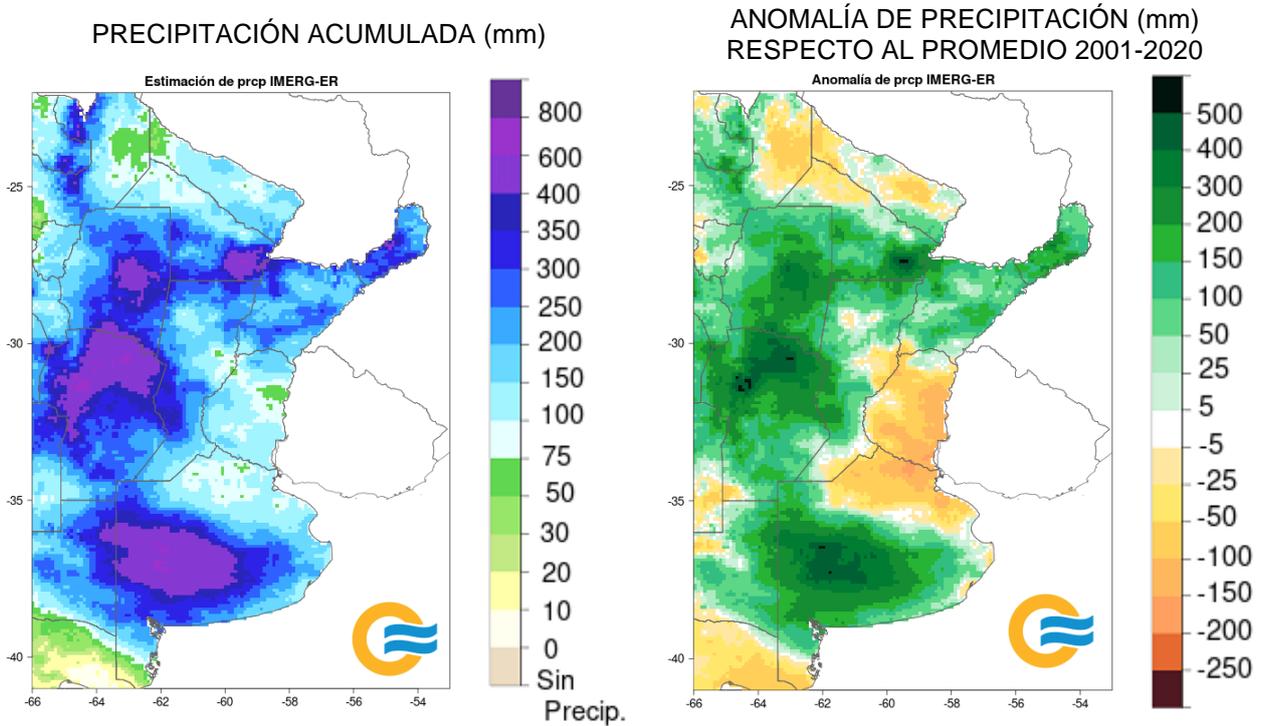
PD: precipitación (mm) total de la década	Dllu: días con precipitación > 1 mm
DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1991-2020	DN: desvío del promedio
MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas	DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

FEBRERO 2024



PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER FEBRERO 2024



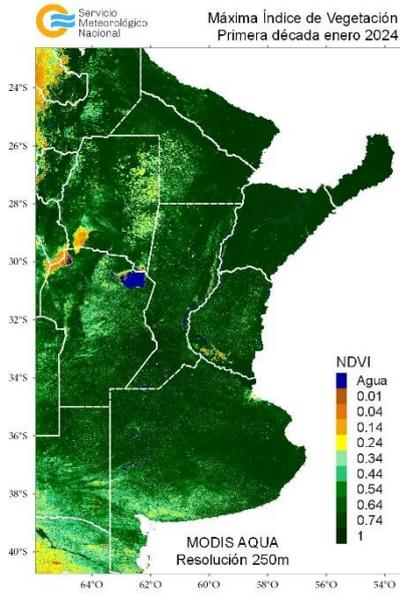
4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

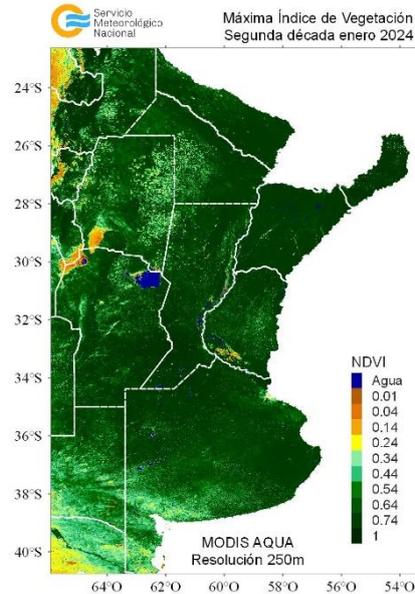
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de enero y febrero de 2024. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el progreso de las décadas se aprecia una leve disminución en el índice, esto se asocia en parte a la cosecha de los cultivos de verano, a que las plantas sufrieron estrés térmico, hubo también un retraso en el ritmo de crecimiento y disminución en el volumen vegetativo debido a la falta de agua.

ENERO 2024

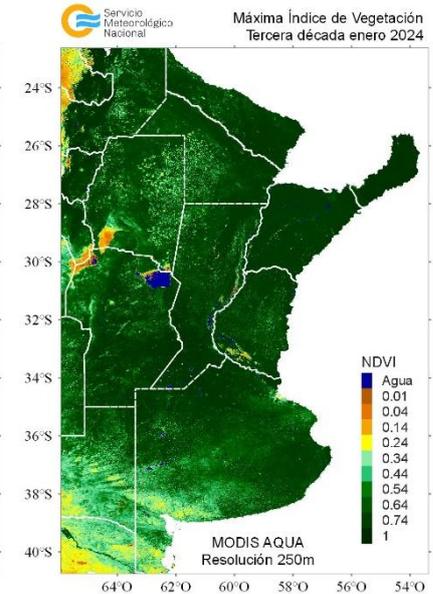
DÉCADA 1



DÉCADA 2

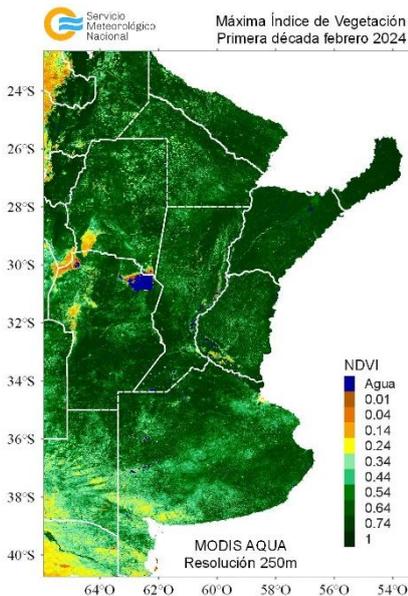


DÉCADA 3

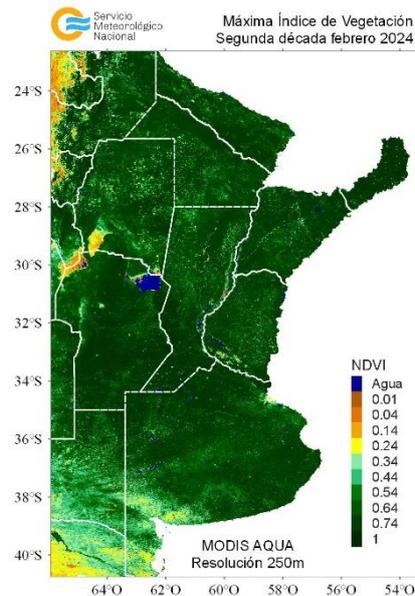


FEBRERO 2024

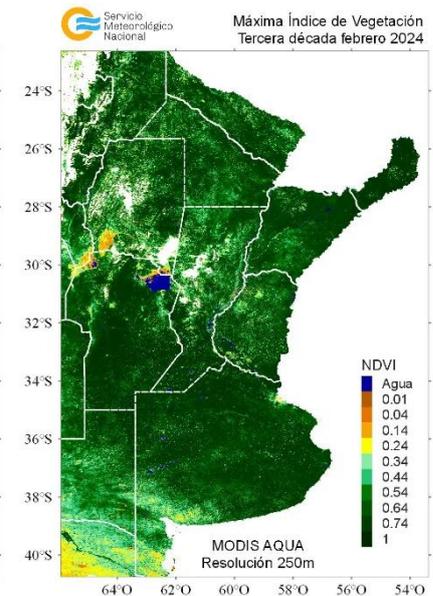
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



4.2. HUMEDAD DEL SUELO

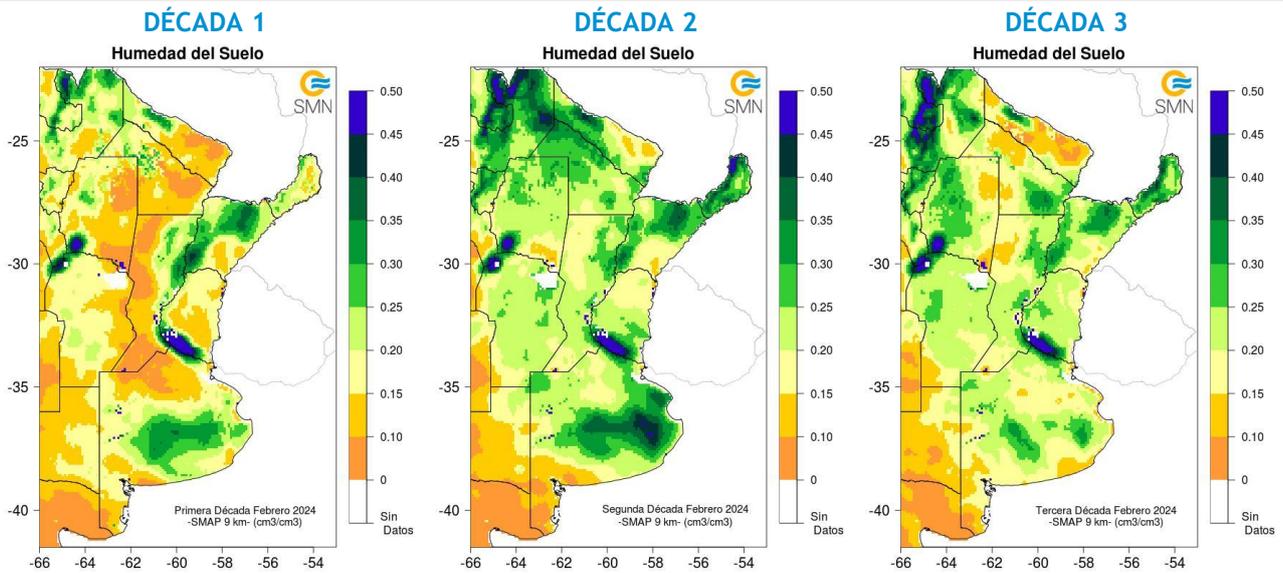
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

Los valores de la estimación son una representación de la humedad volumétrica del suelo (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).

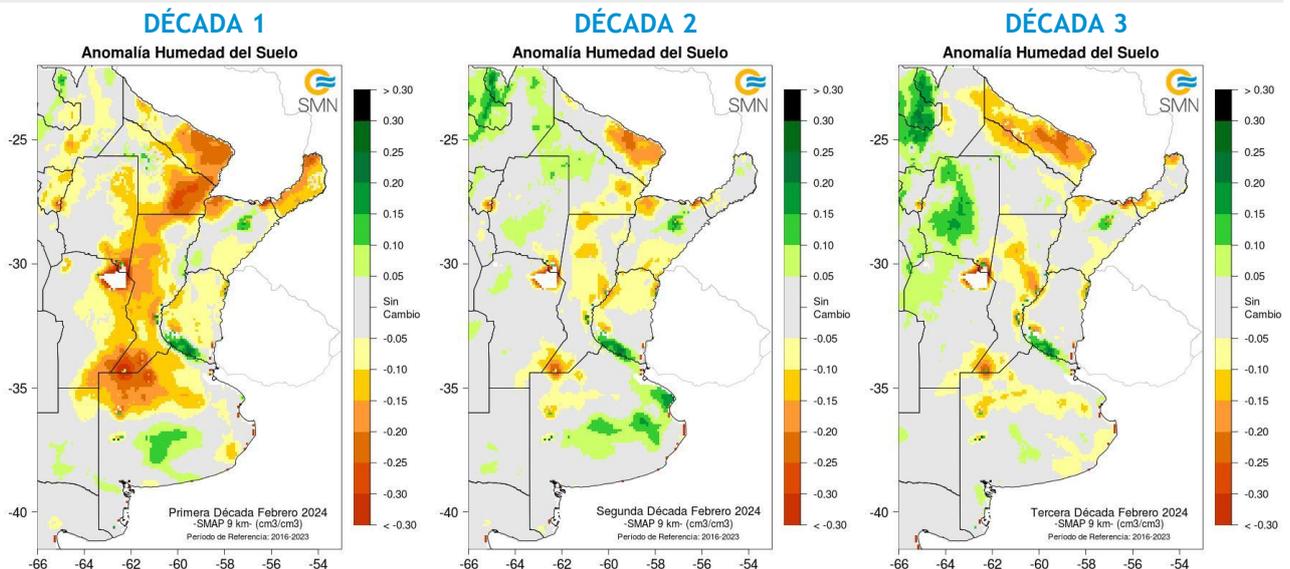
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2024 respecto al periodo 2015-2023, para cada década.

En casi toda la región productiva de cultivos de secano se produjeron precipitaciones a lo largo de las décadas, el impacto en el suelo se observa mejor en la segunda y tercera década de febrero de 2024. Comparado con el promedio de contenido de agua en el suelo 2016-2023, la humedad edáfica actual es igual o inferior, en gran parte del área productiva.

FEBRERO 2024 HUMEDAD DEL SUELO



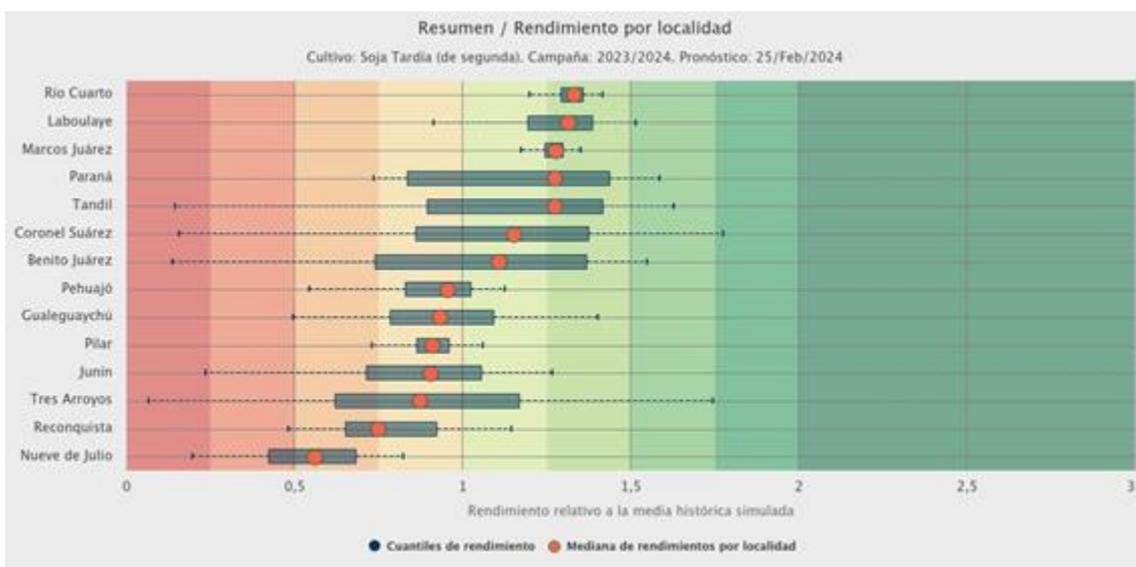
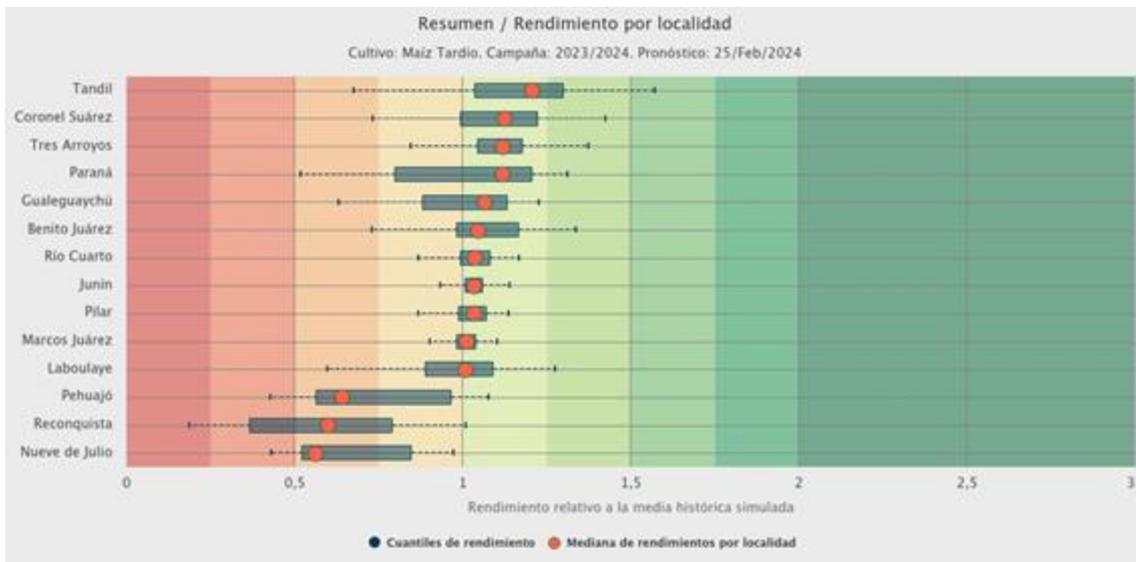
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



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 tardíos. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 25/02/2024 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gov.ar/>).

En las figuras a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para el maíz y la soja de siembra tardía en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Se observan perspectivas de rinde en torno o superiores a los valores promedio para el maíz, a excepción de las localidades ubicadas en la región I y oeste de la región II sur. En el caso de la soja, los pronósticos de mayor rendimiento se visualizan en algunas localidades de las regiones III, IV y V.



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.

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.

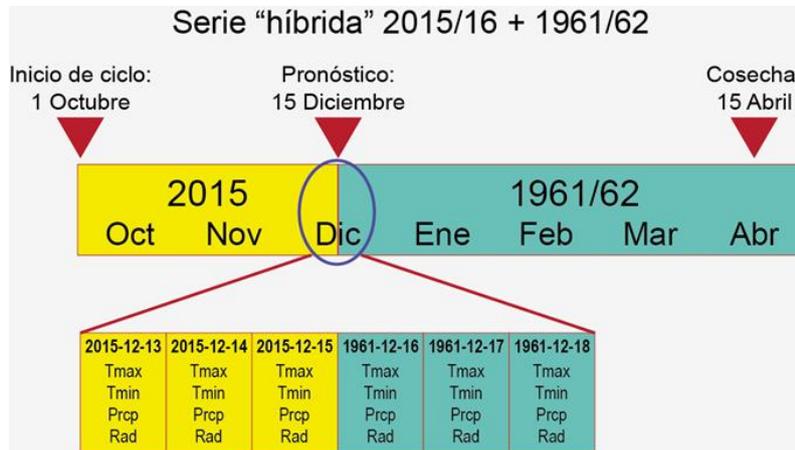


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

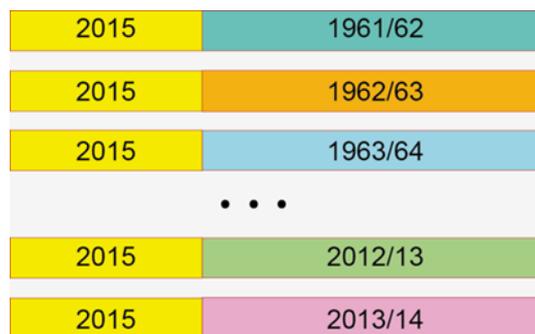


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

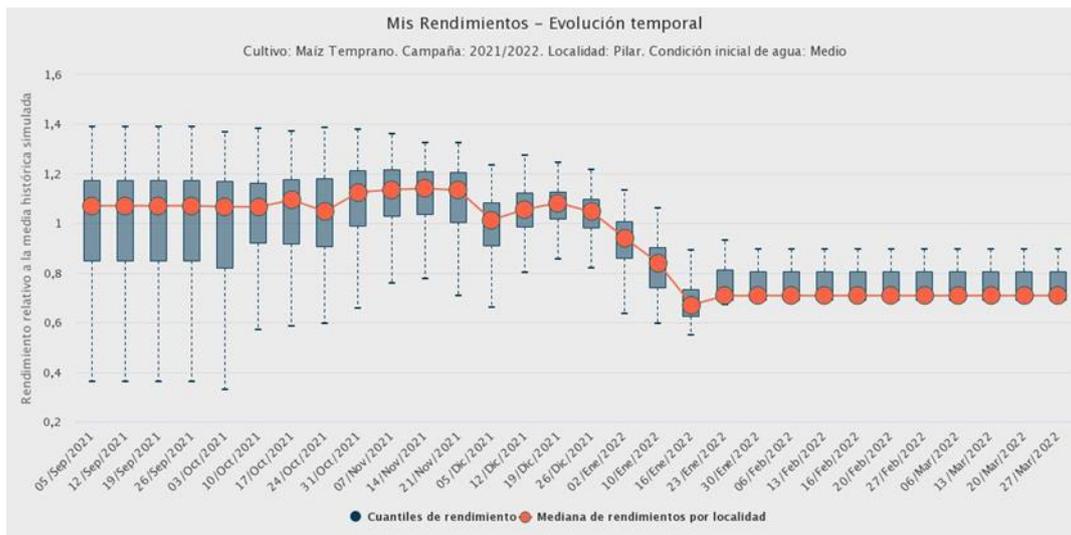


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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.

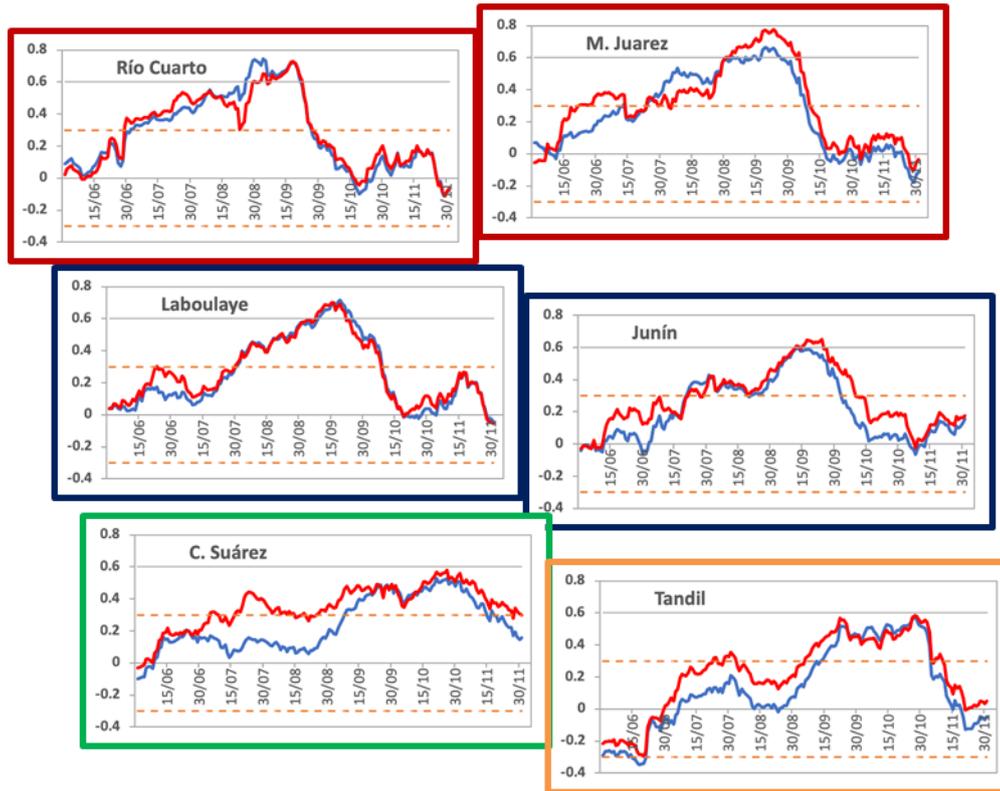


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

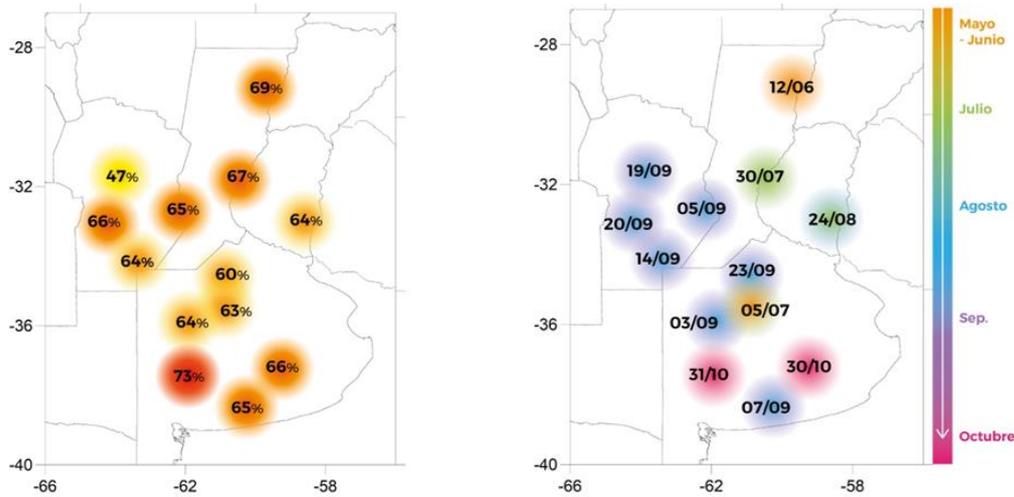


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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).

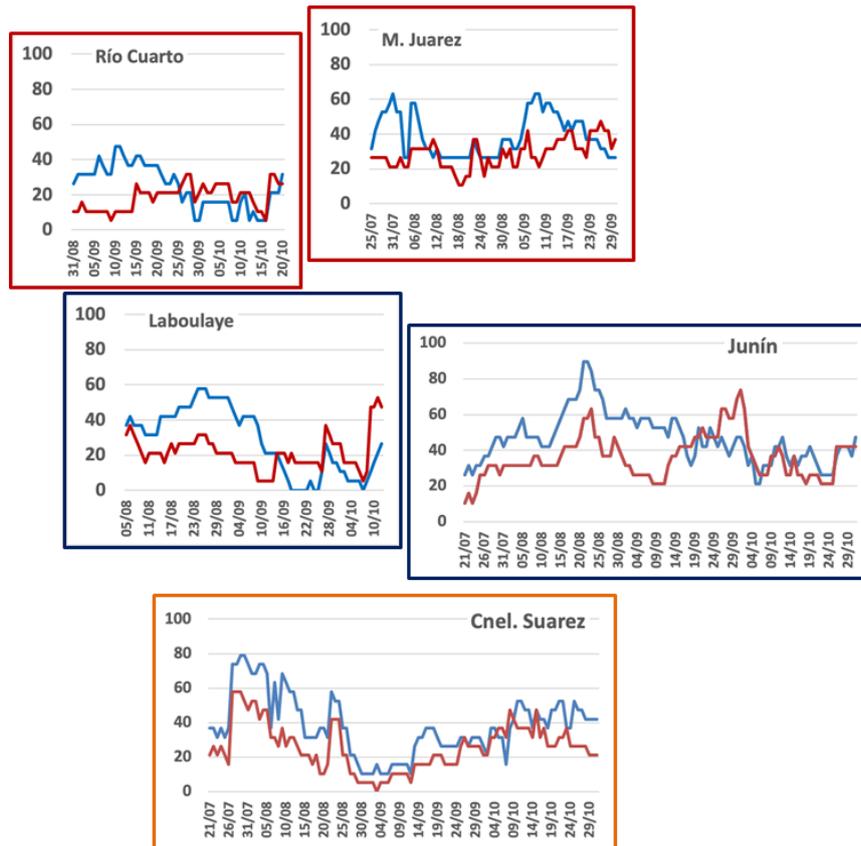


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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.

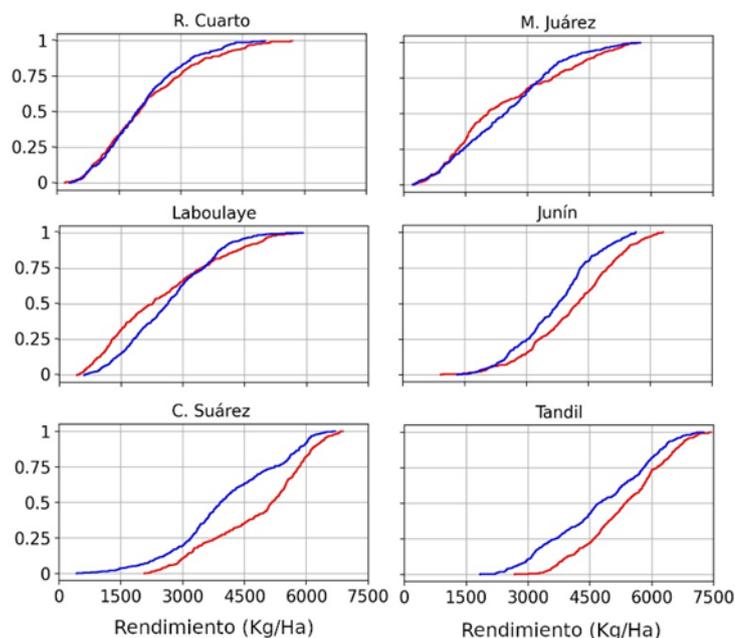


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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.*
- 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



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