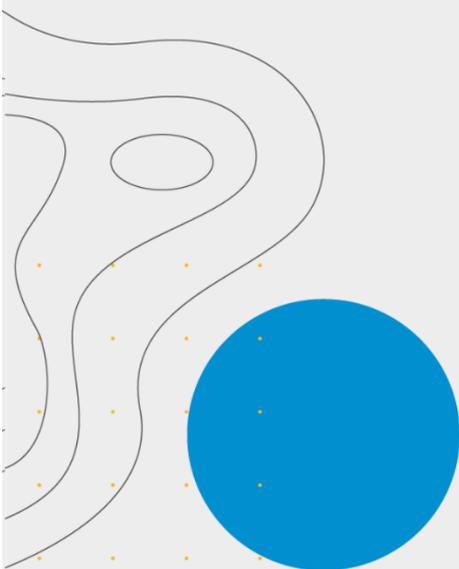


Boletín agrometeorológico mensual

DICIEMBRE 2023

Volumen XII
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	3
1.2	Principales características por regiones	6

2. Temperatura

2.1	Temperatura media 1ra década.	7
2.2	Temperatura media 2da década.	8
2.3	Temperatura media 3da década.	9
2.4	Heladas	11
2.5	Grados día	13
2.6	Mapas de temperatura.	14
2.7	Índice de temperatura y humedad.	14

3. Precipitación

3.1	Precipitación acumulada 1ra década.	17
3.2	Precipitación acumulada 2da década	19
3.3	Precipitación acumulada 3ra década.	20
3.4	Mapas de precipitación	22

4. Índices satelitales

4.1	Índice normalizado de vegetación	23
4.2	Humedad del suelo	24

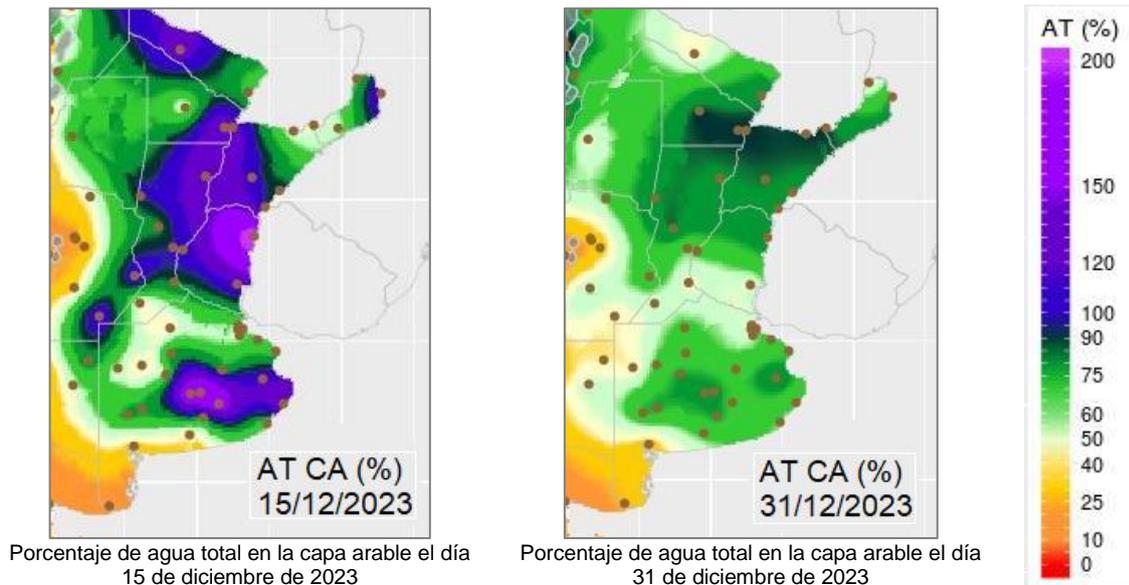
5. Pronóstico de rendimiento - ProRindes

5.1	Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja (fecha de inicio: 31/12/2023)	26
-----	--	----

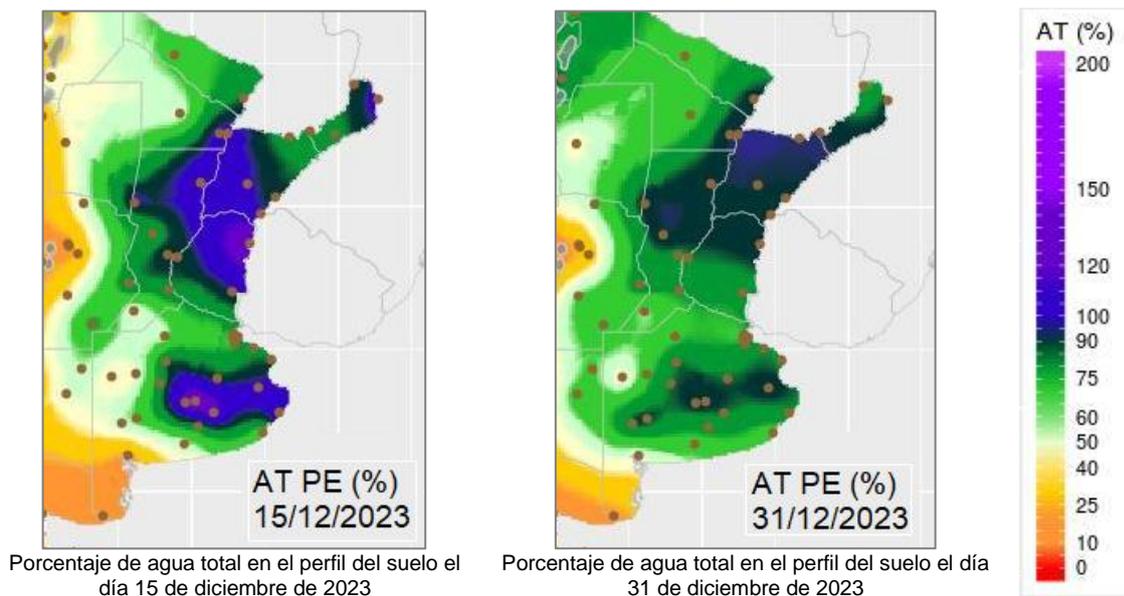
	Definición y abreviaturas de parámetros empleados	27
	Anexo: informe técnico sobre ProRindes	29

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE DICIEMBRE 2023.

Avanza la cosecha de trigo y cebada. Comenzó la cosecha de girasol en el extremo norte de la región Pampeana, mientras que en el resto del área productiva transita el final de la fase vegetativa, la floración o el llenado de los granos, según las zonas. El maíz y la soja de primera ocupación atraviesan diferentes etapas vegetativas o han alcanzado la fase de floración. Prosigue la siembra de sorgo y de las variedades tardías de maíz y soja.



Capa arable (primeros 10 cm)

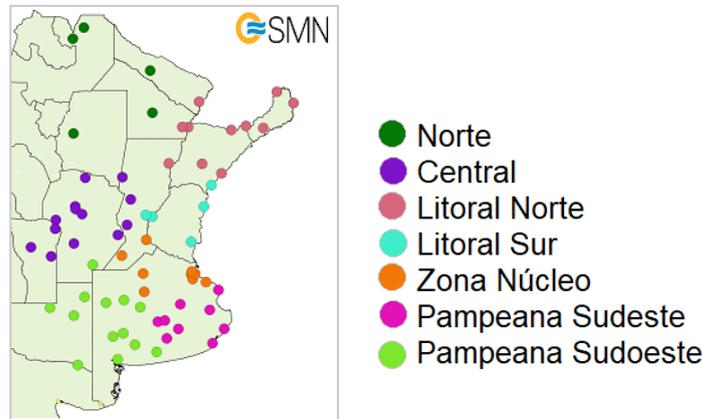


Perfil (profundidad 1m)

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:



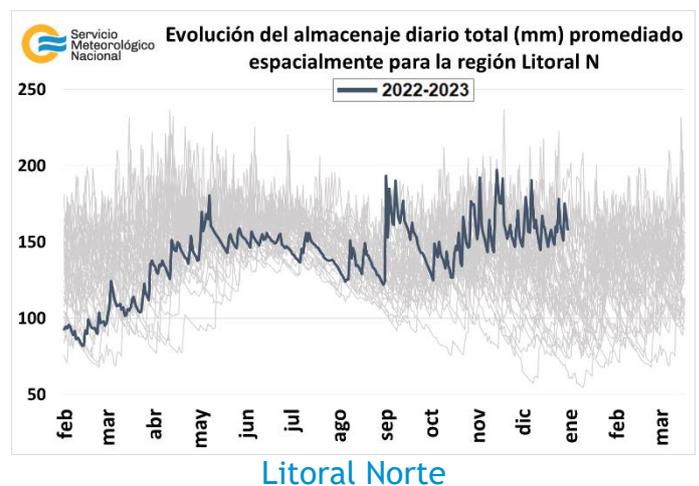
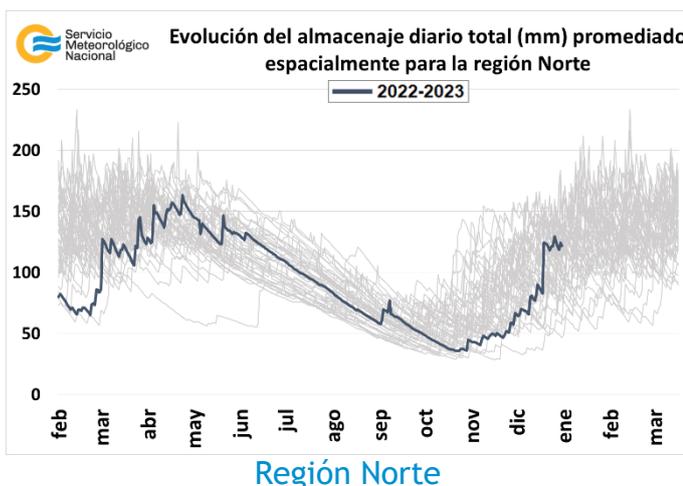
En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

En la región Norte las precipitaciones ocurridas a lo largo del mes mejoraron notablemente las condiciones hídricas de los suelos. El mes inició con un almacenaje de agua edáfico de los más bajos desde 1981 y finalizó con valores en el centro de la distribución.

En la zona Litoral Norte se produjeron precipitaciones a lo largo de diciembre, por lo que los suelos permanecieron con excesos hídricos.

El sur del Litoral recibió lluvias a lo largo del mes y los suelos permanecieron con excesos hídricos, principalmente en el sector norte.

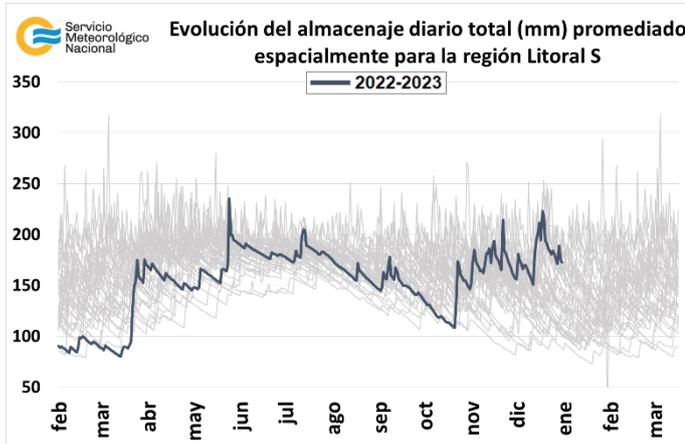
En la zona Núcleo las mayores precipitaciones se produjeron en la segunda década, donde se observó un marcado aumento en el contenido de agua en el suelo. El mes finalizó con condiciones hídricas variables en la región, desde regulares a buenas.



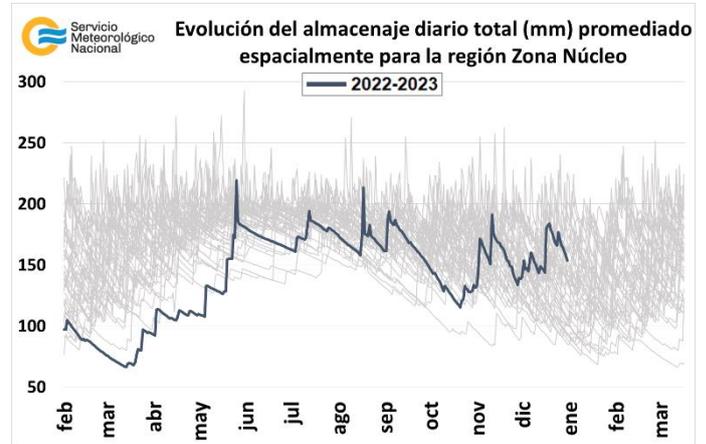
En el sudeste de la región Pampeana las precipitaciones han sido abundantes principalmente en la segunda y tercera década de diciembre. Esto recargó de humedad los suelos, siendo el almacenaje de los más altos desde 1981, incluso los días del 15 al 17 de diciembre superó a todos los registros de diciembre.

En el sudoeste de la pradera Pampeana las precipitaciones más abundantes se registraron en la segunda década provocando un marcado aumento en la humedad edáfica. Las condiciones hídricas edáficas van de buenas en el oeste a excesos en el sector este.

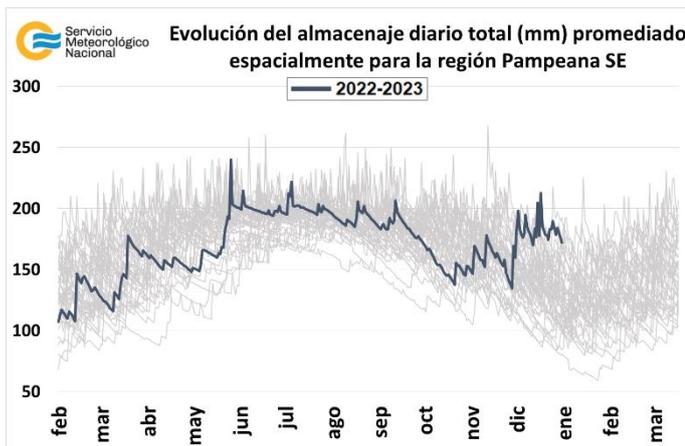
En la región central ocurrieron precipitaciones que produjeron un leve aumento en el contenido de agua en el suelo, sin embargo el almacenaje de agua en el suelo aún se encuentra entre los valores más bajos desde 1981.



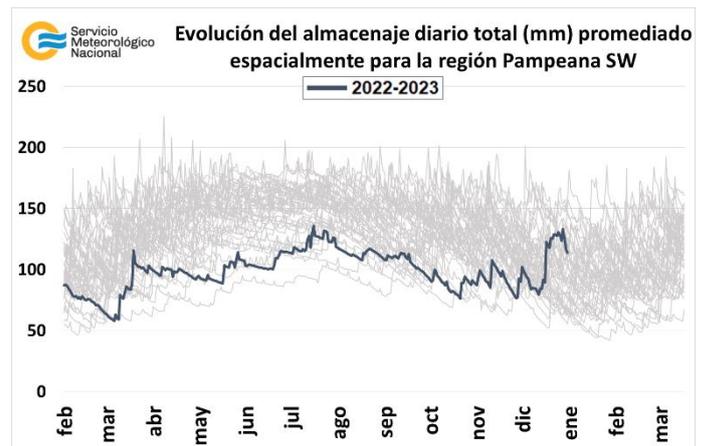
Litoral Sur



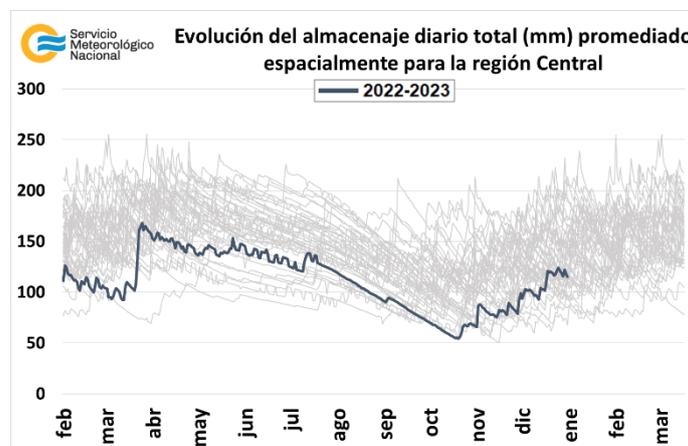
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

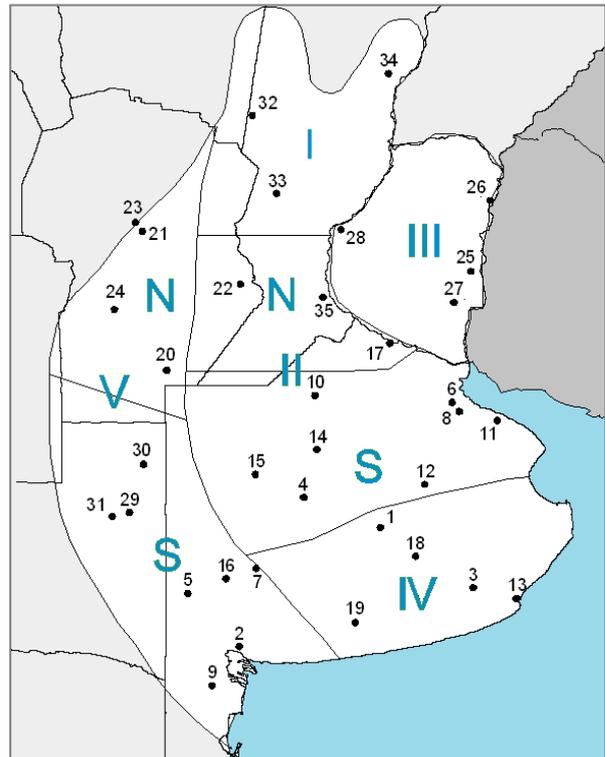


Región Central

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: inició la cosecha de girasol obteniéndose rendimientos bajos en general. Los maíces de primera ocupación se hallan mayormente en la etapa de llenado de los granos, mientras que prosigue la siembra de las variedades tardías. Asimismo, avanza la siembra de soja y sorgo en toda la región.

REGIÓN II NORTE: los girasoles transitan el estado de llenado de granos bajo buenas condiciones sanitarias. El maíz de primera se encuentra en la fase de floración o en llenado de los granos, según las zonas. Avanza la siembra de soja y maíz tardío, mientras que la soja de primera ocupación se halla en fase vegetativa o la etapa de floración. El sorgo se observa en plena expansión foliar y desarrollo de panojas.

REGIÓN II SUR: avanza la cosecha de cebada, obteniéndose rendimientos variables según las zonas, y de forma intermitente debido a la falta de piso. Prosigue la cosecha de trigo con rindes de regulares a muy buenos. Los girasoles presentan una buena evolución, sin verse afectados por plagas o enfermedades.

El maíz se halla en estado de floración, con mejores condiciones en el caso de las variedades tardías. El sorgo y la soja de primera ocupación transitan diferentes etapas vegetativas o han alcanzado la floración, mientras que avanza la siembra de las variedades tardías de ambos cultivos.

REGIÓN III: la cosecha de trigo progresa de forma intermitente debido a la falta de piso. El maíz y girasol de primera ocupación alcanzan el estado de floración con buenas condiciones sanitarias. El maíz de siembra tardía presenta problemas en la germinación debido a los anegamientos registrados y a la presencia de roya. Avanza la siembra de soja de primera y de segunda ocupación, los lotes más tempranos transitan las últimas etapas vegetativas. Prosigue la siembra de sorgo, en tanto los lotes ya sembrados presentan un buen stand inicial de plantas.

REGIÓN IV: el trigo y la cebada se vieron afectados por el temporal de lluvia y viento registrado los días 16 y 17 de diciembre. Se visualiza caída de espigas y vuelco de plantas a causa del viento y pérdidas totales debido a las mangas de granizo. Asimismo, se observan daños en los lotes con girasol, los cuales debieron ser resembrados. El maíz se encuentra en fase vegetativa. La soja presenta una buena evolución a excepción de zonas puntuales que registraron daños por caída de granizo.

REGIÓN V NORTE: finalizó la trilla de trigo en toda esta región, los rendimientos van de buenos a regulares. Los girasoles transitan diferentes etapas vegetativas, según la fecha de siembra. Los lotes más adelantados se encuentran en estado de floración. El maíz y la soja se observan en el final de la fase vegetativa o en inicio de floración, con un buen estado general. Prosigue la siembra de la soja de segunda ocupación. Avanza la siembra de sorgo, en tanto los sembrados tempranamente se hallan en fase vegetativa.

REGIÓN V SUR: avanza la cosecha de cebada y trigo obteniéndose rindes variados según las zonas y el tipo de labranza. En el caso del trigo, se observan granos dañados y brotados, afectando su calidad. Los girasoles transitan la fase vegetativa o la floración, según la fecha de siembra. Los maizales se visualizan en plena formación y desarrollo de hojas. La soja atraviesa las primeras etapas vegetativas, mientras que continúa la siembra de las variedades de segunda ocupación.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron inferiores al promedio en casi toda el área, excepto en Formosa, parte del NOA, sur de Buenos Aires y oeste de la Patagonia. Sin embargo, en la región del NEA y el centro-este del país, se identificaron sensaciones térmicas absolutas mayores a 44 °C.

DÉCADA 1 DICIEMBRE 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	23.6	29.5	2.0	11.6	5.6	4.0	17.6	18.7	-1.1
Bahia Blanca	Buenos Aires	28.8	34.1	10.0	12.4	3.8	3.0	20.6	20.5	0.1
Balcarce	Buenos Aires	24.5	30.8	2.0	11.4	5.0	4.0	17.9	18.2	-0.2
Bolívar	Buenos Aires	25.0	29.6	10.0	12.5	8.5	4.0	18.8	20.1	-1.3
Bordenave	Buenos Aires	27.3	33.4	10.0	11.7	3.3	3.0	19.5	19.9	-0.4
Castelar	Buenos Aires	26.4	31.7	2.0	15.3	9.8	4.0	20.9	21.2	-0.3
Coronel Suarez	Buenos Aires	25.1	31.6	10.0	10.6	3.6	3.0	17.9	18.8	-0.9
Ezeiza	Buenos Aires	26.0	30.1	2.0	14.3	8.2	4.0	20.1	21.6	-1.5
Junín	Buenos Aires	26.1	30.7	2.0	13.8	9.6	4.0	19.9	21.2	-1.3
La Plata	Buenos Aires	24.4	29.5	2.0	14.5	7.4	4.0	19.5	20.5	-1.1
Las Flores	Buenos Aires	24.3	29.0	2.0	14.1	9.0	4.0	19.2	20.0	-0.8
Mar Del Plata	Buenos Aires	22.2	30.6	2.0	10.8	3.4	4.0	16.5	17.5	-1.0
Nueve de Julio	Buenos Aires	25.4	30.4	2.0	13.8	9.8	4.0	19.6	21.2	-1.6
Pehuajó	Buenos Aires	25.9	30.6	10.0	14.4	8.9	3.0	20.1	20.8	-0.7
Pigüé	Buenos Aires	25.0	30.4	10.0	10.9	3.3	3.0	17.9	18.9	-1.0
San Pedro	Buenos Aires	26.2	31.9	1.0	15.2	9.6	4.0	20.7	21.9	-1.2
Tandil	Buenos Aires	23.4	29.5	2.0	10.0	3.3	4.0	16.7	18.0	-1.4
Tres Arroyos	Buenos Aires	25.7	32.0	10.0	10.9	3.0	3.0	18.3	18.8	-0.5
Laboulaye	Córdoba	26.2	31.5	8.0	14.5	11.8	10.0	20.4	21.5	-1.1
Manfredi	Córdoba	28.7	34.9	1.0	14.7	9.4	10.0	21.7	21.8	-0.1
Marcos Juárez	Córdoba	26.9	31.0	10.0	15.0	10.6	10.0	20.9	22.2	-1.3
Pilar	Córdoba	27.1	32.9	1.0	15.8	10.2	3.0	21.4	22.4	-1.0
Río Cuarto	Córdoba	26.0	30.4	8.0	14.2	9.8	3.0	20.1	21.6	-1.5
C. del Uruguay	Entre Ríos	27.9	37.0	1.0	17.3	14.5	3.0	22.6	22.1	0.5
Concordia	Entre Ríos	27.3	38.2	1.0	18.3	14.9	8.0	22.8	23.2	-0.4
Gualeduaychú	Entre Ríos	26.9	33.8	1.0	16.8	13.8	8.0	21.8	22.5	-0.7
Paraná	Entre Ríos	27.7	36.2	1.0	17.7	15.2	4.0	22.7	22.9	-0.2
Anguil	La Pampa	27.4	32.5	10.0	12.9	4.5	3.0	20.1	20.6	-0.5
General Pico	La Pampa	26.0	30.3	10.0	13.4	8.5	3.0	19.7	21.9	-2.2
Santa Rosa	La Pampa	26.8	32.7	10.0	13.4	6.4	3.0	20.1	21.4	-1.3
Ceres	Santa Fe	27.4	37.5	1.0	18.3	14.3	4.0	22.8	23.6	-0.8
Rafaela	Santa Fe	29.0	37.8	1.0	17.7	13.2	7.0	23.3	22.5	0.8
Reconquista	Santa Fe	28.3	36.1	1.0	20.3	18.0	4.0	24.3	24.3	0.0
Rosario	Santa Fe	26.5	34.4	1.0	16.3	12.2	10.0	21.4	22.7	-1.3

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron inferiores al promedio en casi toda el área, excepto en Formosa, parte del NOA, sur de Buenos Aires y oeste de la Patagonia. Las mínimas fueron superiores a la normal en gran parte del país, exceptuando el norte de la Patagonia. Ocurrieron heladas en el sudeste de Buenos Aires.

DÉCADA 2 DICIEMBRE 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	26.8	31.6	12.0	14.5	6.7	19.0	20.7	20.2	0.5
Bahía Blanca	Buenos Aires	29.2	35.1	11.0	14.6	6.1	19.0	21.9	21.9	-0.1
Balcarce	Buenos Aires	26.7	31.5	15.0	14.1	7.9	19.0	20.4	19.4	1.0
Bolívar	Buenos Aires	28.6	38.3	16.0	14.8	7.5	19.0	21.8	21.0	0.7
Bordenave	Buenos Aires	28.0	34.0	13.0	14.5	8.5	19.0	21.3	21.0	0.3
Castelar	Buenos Aires	29.2	34.7	13.0	19.0	11.5	19.0	24.1	22.4	1.7
Coronel Suarez	Buenos Aires	26.9	31.5	11.0	13.2	6.4	19.0	20.1	20.2	-0.1
Ezeiza	Buenos Aires	29.1	33.2	12.0	18.2	9.9	19.0	23.7	22.6	1.1
Junín	Buenos Aires	29.6	36.7	12.0	17.1	11.3	19.0	23.3	22.1	1.2
La Plata	Buenos Aires	27.0	31.3	12.0	17.7	10.5	19.0	22.3	21.5	0.8
Las Flores	Buenos Aires	27.5	32.5	12.0	16.3	8.0	19.0	21.9	21.1	0.8
Mar Del Plata	Buenos Aires	24.5	30.7	12.0	15.3	11.4	19.0	19.9	18.6	1.3
Nueve de Julio	Buenos Aires	28.9	34.8	12.0	16.4	9.7	19.0	22.6	22.2	0.4
Pehuajó	Buenos Aires	28.9	36.6	12.0	16.8	9.1	19.0	22.9	21.8	1.1
Pigüé	Buenos Aires	26.0	31.0	11.0	13.5	7.5	19.0	19.7	20.3	-0.6
San Pedro	Buenos Aires	28.7	34.6	12.0	19.0	12.7	20.0	23.8	23.0	0.8
Tandil	Buenos Aires	26.2	30.0	12.0	13.1	5.3	19.0	19.6	19.3	0.3
Tres Arroyos	Buenos Aires	28.5	33.7	15.0	14.7	8.8	19.0	21.6	20.1	1.5
Laboulaye	Córdoba	29.1	37.8	12.0	18.3	13.0	19.0	23.7	22.5	1.2
Manfredi	Córdoba	30.0	38.3	16.0	18.7	13.4	19.0	24.3	22.6	1.7
Marcos Juárez	Córdoba	28.8	36.2	12.0	17.8	13.8	11.0	23.3	22.9	0.4
Pilar	Córdoba	29.0	36.2	16.0	18.7	13.0	19.0	23.9	23.4	0.5
Río Cuarto	Córdoba	28.2	35.6	16.0	17.6	12.1	19.0	22.9	22.7	0.2
C. del Uruguay	Entre Ríos	27.9	34.5	12.0	18.9	15.2	19.0	23.4	23.3	0.1
Concordia	Entre Ríos	27.7	33.2	12.0	19.6	16.0	19.0	23.6	24.1	-0.5
Guauguaychú	Entre Ríos	27.6	33.8	12.0	19.3	14.8	20.0	23.5	23.3	0.2
Paraná	Entre Ríos	28.2	33.2	16.0	19.2	16.0	20.0	23.7	23.7	0.0
Anguil	La Pampa	27.9	34.3	12.0	16.1	10.8	18.0	22.0	22.1	-0.1
General Pico	La Pampa	28.2	34.8	12.0	16.5	10.5	19.0	22.3	22.9	-0.6
Santa Rosa	La Pampa	27.1	33.6	11.0	15.6	9.8	18.0	21.3	22.7	-1.4
Ceres	Santa Fe	30.6	38.0	17.0	20.8	15.5	11.0	25.7	24.6	1.1
Rafaela	Santa Fe	30.6	37.3	12.0	20.9	17.4	20.0	25.7	23.6	2.1
Reconquista	Santa Fe	30.5	38.5	17.0	22.0	18.2	11.0	26.3	25.2	1.1
Rosario	Santa Fe	28.3	35.1	12.0	18.5	13.7	19.0	23.4	23.5	-0.1

2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas presentaron anomalías negativas en el este del país y en el NOA, registrándose un récord en temperatura máxima más baja de 5.9 °C en Ushuaia el día 28/12/23 (el récord previo en el período 1961-2020 era 6.5 °C, del 27/12/2022).

Las temperaturas mínimas mostraron desvíos positivos en el oeste del país y negativos en el este, registrándose récords de temperatura mínima más baja en Perito Moreno con -5 °C el día 22/12/23 (récord anterior: -1.8 °C el 06/12/2005) y en Cipolletti con 2.4 °C (récord anterior: 3.1 °C del 20/12/1980). Por otra parte, no se observaron heladas.

DÉCADA 3 DICIEMBRE 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	27.2	31.4	23.0	14.0	8.3	30.0	20.6	21.8	-1.2
Bahia Blanca	Buenos Aires	29.9	34.4	27.0	15.3	8.6	30.0	22.6	23.6	-1.0
Balcarce	Buenos Aires	27.3	31.2	26.0	13.1	8.2	30.0	20.2	21.2	-1.0
Bolívar	Buenos Aires	28.3	33.1	23.0	13.6	8.5	30.0	20.9	22.3	-1.4
Bordenave	Buenos Aires	29.9	32.9	24.0	14.1	10.2	21.0	22.0	22.6	-0.6
Castelar	Buenos Aires	29.1	34.1	23.0	16.1	9.1	30.0	22.6	23.7	-1.1
Coronel Suarez	Buenos Aires	28.6	32.0	23.0	13.3	7.6	30.0	20.9	21.4	-0.5
Ezeiza	Buenos Aires	28.5	32.6	23.0	16.1	8.8	26.0	22.3	24.0	-1.7
Junín	Buenos Aires	29.6	33.6	24.0	15.6	9.0	30.0	22.6	23.1	-0.5
La Plata	Buenos Aires	26.9	32.0	23.0	14.5	7.9	26.0	20.7	22.7	-2.0
Las Flores	Buenos Aires	27.6	31.0	23.0	14.5	8.5	30.0	21.1	22.5	-1.4
Mar Del Plata	Buenos Aires	24.9	30.4	27.0	12.9	7.3	26.0	18.9	20.1	-1.2
Nueve de Julio	Buenos Aires	29.0	33.6	23.0	16.3	11.4	30.0	22.6	23.3	-0.7
Pehuajó	Buenos Aires	29.3	34.0	23.0	15.6	10.9	30.0	22.5	23.1	-0.6
Pigüé	Buenos Aires	27.7	30.7	24.0	13.0	8.4	30.0	20.3	21.7	-1.4
San Pedro	Buenos Aires	29.4	33.4	23.0	17.1	10.8	30.0	23.3	23.9	-0.7
Tandil	Buenos Aires	27.0	30.2	23.0	12.2	5.2	30.0	19.6	21.0	-1.4
Tres Arroyos	Buenos Aires	28.9	32.5	26.0	14.5	8.7	30.0	21.7	21.8	-0.1
Laboulaye	Córdoba	30.1	32.6	24.0	16.9	12.1	30.0	23.5	23.2	0.3
Manfredi	Córdoba	33.4	39.8	28.0	18.0	14.9	26.0	25.7	23.2	2.5
Marcos Juárez	Córdoba	30.0	36.0	28.0	17.2	13.0	30.0	23.6	23.6	0.0
Pilar	Córdoba	32.2	37.5	28.0	19.2	16.7	21.0	25.7	24.1	1.6
Río Cuarto	Córdoba	30.0	34.0	28.0	17.9	15.6	30.0	24.0	23.3	0.7
C. del Uruguay	Entre Ríos	30.8	35.4	28.0	17.1	12.5	26.0	24.0	24.2	-0.3
Concordia	Entre Ríos	29.8	32.5	28.0	18.9	15.0	27.0	24.4	25.2	-0.8
Gualedaychú	Entre Ríos	29.8	35.3	28.0	17.3	12.6	30.0	23.6	24.6	-1.0
Paraná	Entre Ríos	29.9	33.0	29.0	19.6	14.8	30.0	24.7	24.7	0.0
Anguil	La Pampa	31.2	35.7	28.0	14.8	9.1	21.0	23.0	23.2	-0.2
General Pico	La Pampa	30.2	33.5	24.0	16.2	12.9	21.0	23.2	24.1	-0.9
Santa Rosa	La Pampa	30.1	33.5	27.0	15.4	10.6	21.0	22.8	24.0	-1.2
Ceres	Santa Fe	31.8	37.5	28.0	20.0	17.1	26.0	25.9	25.4	0.5
Rafaela	Santa Fe	32.1	36.5	28.0	19.8	16.2	26.0	25.9	24.3	1.6
Reconquista	Santa Fe	30.8	36.8	28.0	21.1	19.2	26.0	26.0	26.1	-0.1
Rosario	Santa Fe	30.0	36.7	28.0	18.3	14.3	26.0	24.1	24.5	-0.4

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

MED: valor medio
 ABS: valor absoluto
 DÍA: fecha en que se registró el valor absoluto
 SD: sin datos
 PRO: valor promedio del período 1981-2010
 DN: desvío del promedio

CAL: calificación
 MA: muy alta
 A: alta
 N: normal
 B: baja
 MB: muy baja

2.4 HELADAS

PRIMERA HELADA Hasta el 15 de JULIO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2023	FMPH	Primera helada 2023	FMPH	Primera helada 2023
Azul	Buenos Aires	01/04	25/03	14/04	29/04	01/04
Bahía Blanca	Buenos Aires	30/03	13/04	20/05	11/05	05/05
Balcarce	Buenos Aires	SD	04/05	SD	04/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	18/02	09/04	02/05	17/05	18/02
Bordenave	Buenos Aires	18/02	19/03	13/04	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	02/05	02/05	14/04	05/06	SD
Coronel Suarez	Buenos Aires	18/02	18/03	13/04	24/04	01/04
Ezeiza	Buenos Aires	03/05	06/05	12/06	08/06	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	13/04	SD	12/05	SD
Junín	Buenos Aires	18/02	25/04	28/05	21/05	18/02
La Plata	Buenos Aires	28/05	10/05	14/06	09/06	-
Las Flores	Buenos Aires	01/04	15/04	11/06	17/05	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	15/04	16/04	14/06	22/05	21/05
Nueve de Julio	Buenos Aires	28/05	10/05	28/05	06/06	X
Pehuajó	Buenos Aires	01/04	25/04	14/04	23/05	-
Pigüé	Buenos Aires	13/04	26/03	27/05	27/04	13/04
San Pedro	Buenos Aires	03/05	04/05	12/06	10/06	SD
Tandil	Buenos Aires	30/03	08/03	02/05	30/04	01/04
Tres Arroyos	Buenos Aires	20/05	20/04	28/05	21/05	X
Laboulaye	Córdoba	28/05	01/05	11/06	27/05	-
Manfredi	Córdoba	18/02	13/04	01/07	07/05	SD
Marcos Juárez	Córdoba	18/02	30/04	11/06	27/05	-
Pilar	Córdoba	12/06	07/05	12/06	03/06	12/06
Río Cuarto	Córdoba	11/06	10/05	12/06	05/06	X
C. del Uruguay	Entre Ríos	SD	18/05	SD	14/06	SD
Concordia	Entre Ríos	12/06	21/05	-	14/06	-
Gualeduaychú	Entre Ríos	29/05	14/05	12/06	11/06	X
Paraná	Entre Ríos	14/06	11/06	-	27/06	X
Anguil	La Pampa	18/02	29/03	02/05	25/04	SD
General Pico	La Pampa	13/04	23/04	28/05	17/05	X
Santa Rosa	La Pampa	01/05	14/04	20/05	11/05	-
Ceres	Santa Fe	12/06	22/05	14/06	17/06	X
Rafaela	Santa Fe	SD	08/05	SD	05/06	SD
Reconquista	Santa Fe	12/06	12/06	-	27/06	X
Rosario	Santa Fe	11/06	07/05	12/06	02/06	X

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de primera helada

Primera helada 2023: fecha en que se registró por primera vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera primera helada o helada temprana a aquella registrada antes del 15 de julio.

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

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

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

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

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

ÚLTIMA HELADA DICIEMBRE 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Última helada 2023	FMUH	Última helada 2023	FMUH	Última helada 2023
Azul	Buenos Aires	09/11	14/11	12/10	05/10	09/11
Bahia Blanca	Buenos Aires	03/11	03/11	01/10	29/09	30/09
Balcarce	Buenos Aires	02/11	26/10	SD	14/09	SD
Bolívar	Buenos Aires	18/10	19/10	12/10	16/09	18/10
Bordenave	Buenos Aires	13/11	07/11	03/11	05/10	SD
Castelar	Buenos Aires	12/10	30/09	26/08	25/08	SD
Coronel Suarez	Buenos Aires	13/11	23/11	12/10	18/10	13/11
Ezeiza	Buenos Aires	12/10	26/09	13/08	30/08	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	08/11	SD	30/09	SD
Junín	Buenos Aires	12/10	02/10	12/10	09/09	13/10
La Plata	Buenos Aires	18/10	06/10	27/08	25/08	X
Las Flores	Buenos Aires	18/10	20/10	18/10	14/09	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	24/11	10/11	12/10	05/10	24/11
Nueve de Julio	Buenos Aires	12/10	21/09	17/07	28/08	X
Pehuajó	Buenos Aires	12/10	04/10	12/10	14/09	X
Pigüé	Buenos Aires	13/11	12/11	30/09	13/10	13/11
San Pedro	Buenos Aires	12/10	23/09	13/08	30/08	SD
Tandil	Buenos Aires	24/11	25/11	01/11	18/10	24/11
Tres Arroyos	Buenos Aires	03/12	26/10	01/10	25/09	X
Laboulaye	Córdoba	13/10	02/10	09/08	08/09	-
Manfredi	Córdoba	03/11	13/10	13/10	24/09	SD
Marcos Juárez	Córdoba	13/10	30/09	26/08	07/09	-
Pilar	Córdoba	19/08	17/09	15/07	29/08	27/08
Río Cuarto	Córdoba	13/09	20/09	-	30/08	X
C. del Uruguay	Entre Ríos	SD	29/09	SD	20/08	SD
Concordia	Entre Ríos	13/08	14/09	-	14/08	-
Guaquaychú	Entre Ríos	12/10	21/09	13/08	22/08	X
Paraná	Entre Ríos	13/08	02/09	-	03/08	X
Anguil	La Pampa	13/11	31/10	30/09	03/10	SD
General Pico	La Pampa	30/09	11/10	18/09	12/09	X
Santa Rosa	La Pampa	30/09	18/10	27/08	20/09	-
Ceres	Santa Fe	29/08	14/09	19/07	23/08	X
Rafaela	Santa Fe	SD	19/09	SD	30/08	SD
Reconquista	Santa Fe	19/07	28/08	-	08/08	X
Rosario	Santa Fe	05/10	24/09	26/08	29/08	X

* Sin datos en el mes de octubre

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de última helada

Última helada 2023: fecha en que se registró por última vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera última helada o helada tardía a aquella registrada después 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

FMUH: fecha media de última 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

DICIEMBRE 2023

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	300.0	634.3	207.0	389.0	3
Bahia Blanca	Buenos Aires	363.0	823.0	270.0	558.1	16
Balcarce	Buenos Aires	295.8	515.0	202.8	339.3	6
Bolívar	Buenos Aires	325.8	728.7	232.8	468.3	8
Bordenave	Buenos Aires	339.6	737.5	246.6	483.7	15
Castelar	Buenos Aires	388.0	911.8	295.0	640.4	9
Coronel Suarez	Buenos Aires	299.5	631.5	206.6	384.3	10
Ezeiza	Buenos Aires	373.2	867.2	280.2	598.7	11
Junín	Buenos Aires	371.2	857.6	278.2	591.3	12
La Plata	Buenos Aires	335.2	761.0	242.2	502.4	4
Las Flores	Buenos Aires	333.1	733.2	240.1	475.2	4
Mar Del Plata	Buenos Aires	261.7	548.1	171.5	319.9	3
Nueve de Julio	Buenos Aires	361.1	851.4	268.1	583.5	12
Pehuajó	Buenos Aires	366.9	842.3	273.9	575.3	12
Pigüé	Buenos Aires	290.5	646.3	197.9	395.9	5
San Pedro	Buenos Aires	391.4	965.5	298.4	693.9	8
Tandil	Buenos Aires	268.2	540.9	176.1	311.6	1
Tres Arroyos	Buenos Aires	328.3	705.4	236.1	452.4	13
Laboulaye	Córdoba	389.6	944.5	296.6	675.6	17
Manfredi	Córdoba	433.2	1049.9	340.2	782.7	21
Marcos Juárez	Córdoba	392.2	989.1	299.2	720.2	12
Pilar	Córdoba	425.8	1077.7	332.8	808.4	18
Río Cuarto	Córdoba	384.0	957.5	291.0	688.9	11
C. del Uruguay	Entre Ríos	413.2	748.2	320.2	566.0	10
Concordia	Entre Ríos	422.8	1069.3	329.8	794.4	10
Gualeduaychú	Entre Ríos	402.3	977.2	309.3	709.0	8
Paraná	Entre Ríos	425.4	1076.2	332.4	803.4	8
Anguil	La Pampa	364.2	849.5	271.2	586.5	15
General Pico	La Pampa	365.4	895.6	272.4	626.9	11
Santa Rosa	La Pampa	354.8	851.0	261.8	584.7	13
Ceres	Santa Fe	460.7	1223.7	367.7	948.7	16
Rafaela	Santa Fe	465.5	SD	372.5	SD	18
Reconquista	Santa Fe	481.9	1239.9	388.9	963.9	16
Rosario	Santa Fe	403.4	996.9	310.4	725.0	8

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

MES: grados día acumulados en el mes

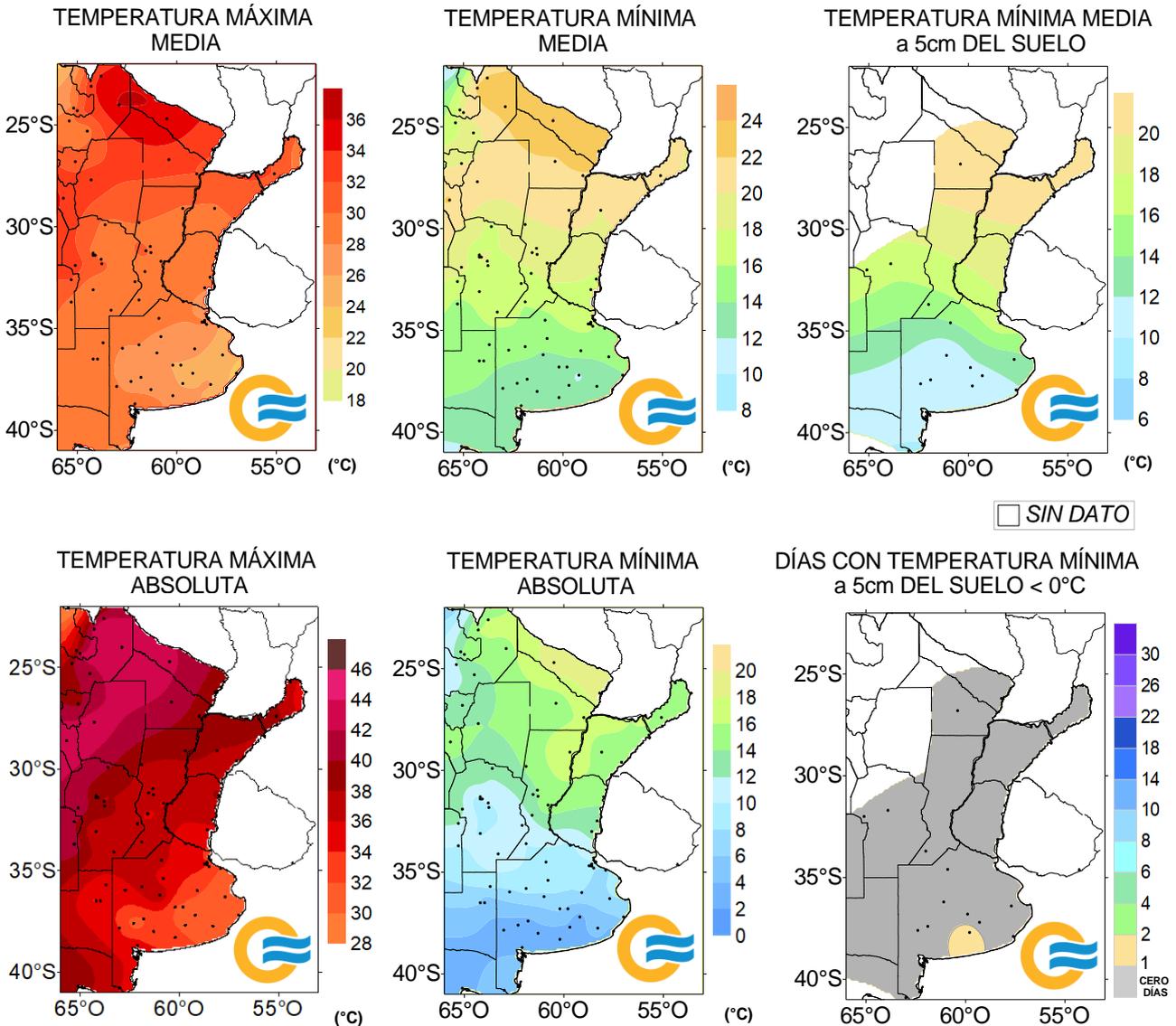
TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.

Datos faltantes en octubre 2023

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

DICIEMBRE 2023



2.7 MONITOREO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

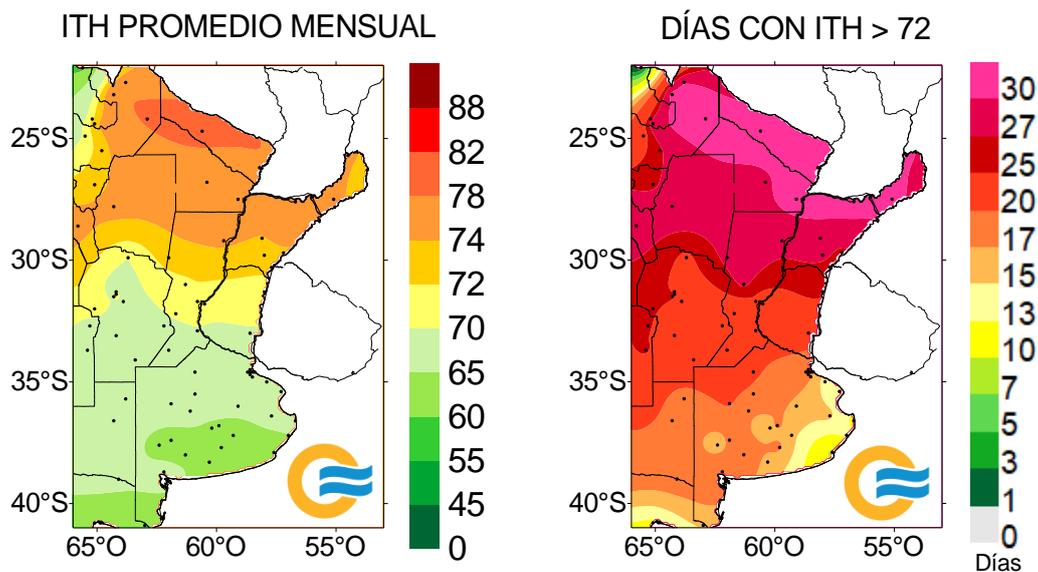
El ITH* es un índice biometeorológico que permite cuantificar el estrés calórico a través de la temperatura y la humedad del aire. Este índice puede ser utilizado para el ganado vacuno, caprino, etc. En particular lo aplicamos a las vacas lecheras, donde se ha establecido que la zona de confort térmico para el bienestar animal toma valores de ITH entre 35 y 70 y se ha determinado un valor crítico de 72. El riesgo aumenta cuando se observa persistencia con condiciones ambientales que generan estrés para el ganado, sin que cuente con horas para recuperarse del estrés de manera natural.

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

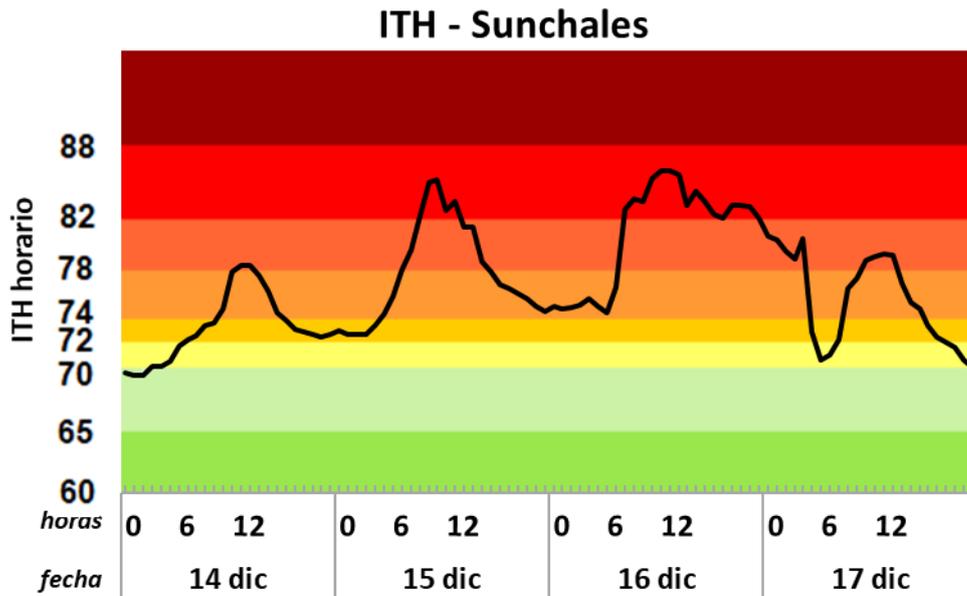
- 1- **mayor a 72** la producción de leche comienza a ser afectada.
- 2- **alerta, ITH entre 74 - 78**, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales.
- 3- **peligro, ITH entre 78 – 82**, la productividad de los animales es altamente disminuida y es necesario tomar medidas de protección como enfriamiento o dietas adecuadas.
- 4- **emergencia, ITH de valores mayores a 82**, puede ocurrir la muerte de los animales, por lo que todas las medidas para el enfriamiento de los animales son recomendadas.

Las temperaturas máximas promedio mensuales han sido inferiores a lo normal en el centro y norte del país, y las mínimas superiores. Sin embargo, se destaca una ola de calor que ocurrió del 12 al 18 de diciembre y que afectó al norte del territorio y a Cuyo, registrándose temperaturas extremadamente altas que superaron los 40 °C. En el norte de la zona productiva de secano el índice de temperatura y humedad superó el umbral de 72 en más de 30 días. Dentro de la cuenca lechera, en la zona de Santa Fe se registró un período de 3 días consecutivos con valores de temperatura y humedad que son perjudiciales para el bienestar animal.

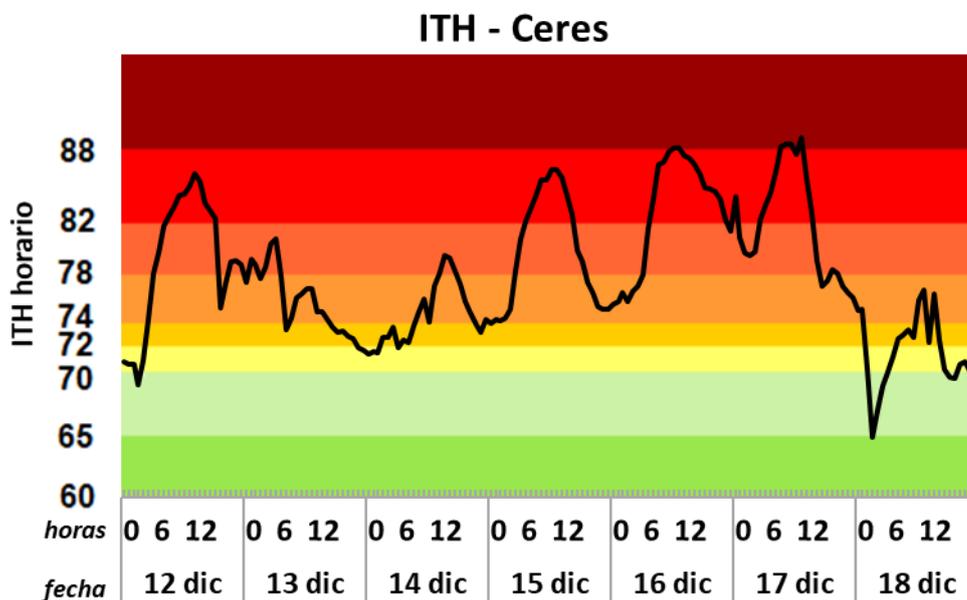
DICIEMBRE 2023



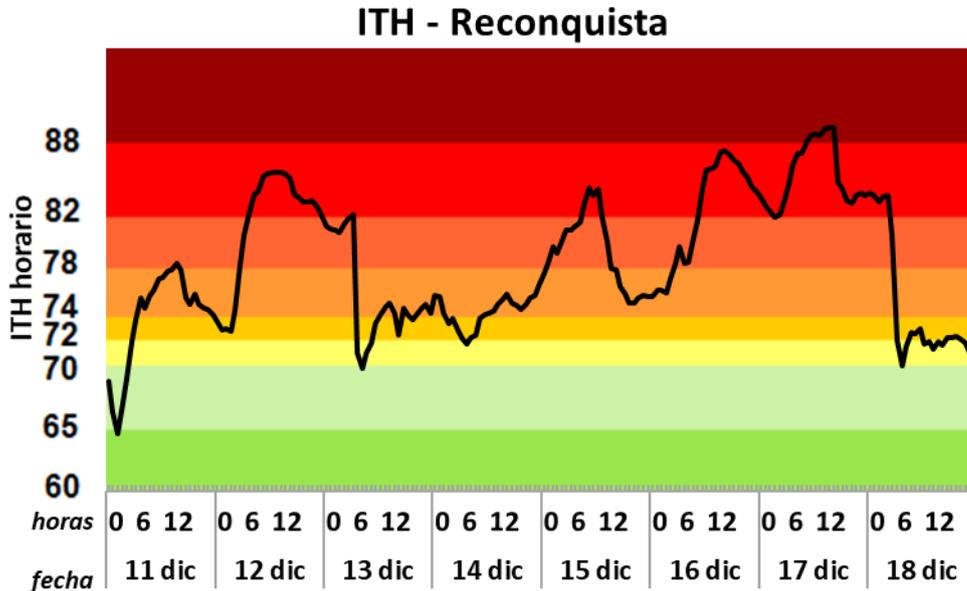
En Sunchales el período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado se extendió por casi 4 días, registrándose 71 horas consecutivas con ITH mayor a 72 entre el 14 y el 17 de diciembre.



En Ceres el período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado abarcó del 12 al 18 de diciembre, en esta localidad se registraron 91 horas consecutivas con el ITH superior a 72 entre el 14 y el 18 de diciembre, alcanzando el valor extremo de 88.



En Reconquista, el período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado se extendió del 11 al 18 de diciembre, registrándose 95 horas consecutivas con ITH mayor a 72 del 14 al 18 de diciembre. En esta localidad se destaca también que el umbral de emergencia (ITH > 82) se superó durante 24 horas consecutivas.



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

3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

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

3.1 PRIMERA DÉCADA

Sucedieron precipitaciones en gran parte del territorio: en Formosa, este de Salta, norte de Córdoba, norte de Santa Fe, el Litoral, noreste de Buenos Aires y sur de la Patagonia, resultaron superiores a la normal; y en el centro de Chaco, centro de Córdoba, San Luis, Mendoza, sur de Santa Fe, La Pampa, oeste y sur de Buenos Aires estuvieron por debajo. En gran parte del norte y centro-este del país, la frecuencia de días con lluvia mostró desvíos positivos, y, principalmente, en el centro de Córdoba, sur de Santa Fe, San Luis, Cuyo y oeste y sur de la Patagonia, negativos. Se registró un récord de precipitación acumulada decádica en Formosa (194 mm).

Acorde a la distribución de precipitaciones ocurrida, se sobrecargaron de humedad los suelos del este de Formosa, Misiones, Corrientes, noreste de Santa Fe, y algunas zonas del centro-este de Buenos Aires, los cuales alcanzaron condiciones hídricas de excesos. En la región Pampeana continúa la disparidad del contenido de humedad de los suelos, cuyas condiciones van de sequía en el oeste a óptimas o excesos en el este, según el índice que analizamos.

DÉCADA 1 DICIEMBRE 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	39.6	17.1	3	17.0	1
Bahía Blanca	Buenos Aires	7.2	-19.1	1	7.0	9
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-24.4	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	10.1	-15.6	3	6.0	1
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-44.0	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	59.0	36.3	4	31.4	5
Coronel Suarez	Buenos Aires	10.0	-14.5	1	10.0	5
Ezeiza	Buenos Aires	41.3	18.2	3	21.0	6
Junín	Buenos Aires	29.5	2.8	3	17.0	1
La Plata	Buenos Aires	53.8	28.6	3	34.0	6
Las Flores	Buenos Aires	66.0	41.4	4	36.0	1
Mar Del Plata	Buenos Aires	31.3	0.5	2	25.0	1
Nueve de Julio	Buenos Aires	21.5	-7.2	2	10.0	1
Pehuajó	Buenos Aires	1.5	-30.8	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	20.0	-10.1	3	12.0	5
San Pedro	Buenos Aires	35.1	4.9	4	24.5	1
Tandil	Buenos Aires	37.0	13.3	3	16.0	1
Tres Arroyos	Buenos Aires	7.5	-19.7	1	7.0	5
Laboulaye	Córdoba	36.8	9.5	5	15.0	9
Manfredi	Córdoba	6.1	-34.6	2	3.0	2
Marcos Juárez	Córdoba	29.2	-4.7	3	12.0	1
Pilar	Córdoba	9.0	-26.7	2	5.0	5
Río Cuarto	Córdoba	19.2	-10.6	3	9.0	5
C. del Uruguay	Entre Ríos	74.7	40.8	4	27.3	5
Concordia	Entre Ríos	68.5	36.9	4	42.0	1
Gualedguaychú	Entre Ríos	65.5	35.9	3	29.0	1
Paraná	Entre Ríos	4.1	-34.7	2	2.0	2
Anguil	La Pampa	0.0	-41.2	0	-	-
General Pico	La Pampa	51.2	7.7	3	21.0	5
Santa Rosa	La Pampa	17.0	-23.5	2	9.0	5
Ceres	Santa Fe	76.0	36.3	4	38.0	1
Rafaela	Santa Fe	8.3	-33.8	4	3.5	1
Reconquista	Santa Fe	156.0	118.6	5	93.0	2
Rosario	Santa Fe	31.2	4.0	2	26.0	1

3.2 SEGUNDA DÉCADA

DÉCADA 2 DICIEMBRE 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	175.0	141.8	4	66.0	14
Bahia Blanca	Buenos Aires	102.5	83.1	4	60.0	16
Balcarce	Buenos Aires	0.3	-28.7	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	61.5	19.3	2	45.0	16
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-32.5	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	43.0	4.3	4	33.4	16
Coronel Suarez	Buenos Aires	104.0	73.9	5	52.0	16
Ezeiza	Buenos Aires	72.3	36.7	3	57.0	16
Junín	Buenos Aires	82.0	39.7	5	46.0	16
La Plata	Buenos Aires	70.7	34.9	4	52.0	16
Las Flores	Buenos Aires	65.2	43.0	3	48.0	16
Mar Del Plata	Buenos Aires	53.3	25.9	3	40.0	16
Nueve de Julio	Buenos Aires	105.0	69.4	4	74.0	16
Pehuajó	Buenos Aires	62.2	22.9	4	44.0	16
Pigüé	Buenos Aires	125.0	98.3	5	53.0	16
San Pedro	Buenos Aires	65.3	18.1	4	51.0	16
Tandil	Buenos Aires	171.0	144.9	4	64.0	14
Tres Arroyos	Buenos Aires	83.0	59.4	6	41.0	16
Laboulaye	Córdoba	129.0	75.4	6	56.0	12
Manfredi	Córdoba	18.8	-25.0	3	9.5	17
Marcos Juárez	Córdoba	134.1	85.6	4	83.0	12
Pilar	Córdoba	33.7	-3.0	3	15.0	18
Río Cuarto	Córdoba	72.6	26.1	3	59.0	16
C. del Uruguay	Entre Ríos	136.3	97.8	7	61.8	17
Concordia	Entre Ríos	231.5	168.7	6	60.0	14
Gualedaychú	Entre Ríos	193.0	131.0	6	76.0	17
Paraná	Entre Ríos	137.4	72.9	6	52.0	17
Anguil	La Pampa	17.6	-5.2	4	6.0	14
General Pico	La Pampa	83.0	50.1	4	54.0	16
Santa Rosa	La Pampa	93.0	67.2	4	42.0	16
Ceres	Santa Fe	116.8	68.4	4	51.0	13
Rafaela	Santa Fe	10.9	-49.4	3	3.8	13
Reconquista	Santa Fe	237.6	167.2	5	138.0	13
Rosario	Santa Fe	132.2	78.8	3	66.0	17

Las precipitaciones fueron generalizadas en casi toda la región central y norte del país. Éstas se generaron a partir de dos frentes fríos que se desplazaron desde el noreste de la Patagonia hacia la región norte y noreste. Los principales acumulados de precipitación se registraron en las estaciones de Bahía Blanca (102.5 mm); Tandil (171 mm); Azul (175 mm), Tres Arroyos (83 mm), Mercedes (175.1 mm); Paso de los Libres (113 mm); Monte Caseros (130.1 mm); Reconquista (237.6 mm); Ceres (116.8 mm); Sunchales (151 mm); Rafaela (153 mm); Concordia (231.5 mm); Sauce Viejo (163 mm); Paraná (137.4 mm); Marcos Juárez (134.1 mm); Rosario (132.2 mm); Gualaguaychú (193 mm) y Laboulaye (129 mm). Todas estas estaciones mencionadas presentaron los mayores desvíos positivos de precipitación con valores muy superiores a los normales.

Acorde a la distribución de precipitaciones ocurridas, se sobrecargaron de humedad los suelos del este de Formosa, Misiones, Corrientes, noreste de Santa Fe, y algunas zonas del centro-este de Buenos Aires, los cuales alcanzaron condiciones hídricas de excesos. En la región Pampeana continúa la disparidad del contenido de humedad de los suelos, cuyas condiciones van de sequía en el oeste a óptimas o excesos en el este, según el índice que analizamos.

3.3 TERCERA DÉCADA

Durante los primeros días de esta década la presencia de un sistema de baja presión ubicado en el extremo norte del país, un frente estacionario posicionado en el sector noreste y el avance de un frente frío sobre el sur de Buenos Aires generaron precipitaciones en esas zonas. Las precipitaciones de mayor volumen registradas en este período fueron: 44 mm en Resistencia, 43 mm en Paso de los Libres y 41 mm en Olavarría el día 22/12/23; 43 mm en Punta Indio el día 23/12/23.

A mediados de la década, el avance de un frente frío por el sur de Buenos Aires y la presencia de un frente estacionario en el noreste del país generaron condiciones de inestabilidad atmosférica, dando lugar a lluvias y tormentas en el centro y norte del país, registrándose también un récord de lluvia diaria. Las precipitaciones más altas registradas el día 24/12/23 fueron: 75 mm en Catamarca, 69 mm en Formosa, 66 mm en Nueve de Julio, 56 mm en Posadas, 45 mm en Resistencia y 44 mm en Corrientes; en tanto el día 25/12/23 los registros más altos de lluvia fueron: 88 mm en Metán (valor récord que supera a los 76 mm observados el día 27/12/2009), 67 mm en Tucumán y 47 mm en Salta.

Por otra parte, el avance de un frente frío desde la Patagonia hacia Buenos Aires provocó condiciones de inestabilidad atmosférica generando lluvias y tormentas en el noreste patagónico y sur bonaerense, las precipitaciones de mayor volumen registradas el día 27/12/23 fueron: 61 mm en Pigüé y 53 mm en Coronel Suárez. Los días subsiguientes, el avance de este frente frío hacia el norte del país continuó provocando lluvias y tormentas registrándose el día 28/12/23: 68 mm en Mercedes, 57 mm en Concordia, 55 mm en Sunchales, 53 mm en Monte Caseros, 50 mm en Reconquista, 45 mm en Oberá y 44 mm en Ceres; mientras que el día 29/12/23 se midieron 72 mm en Salta.

Finalizando la década, un centro de baja presión ubicado en el noroeste del país generó condiciones de inestabilidad atmosférica, dando lugar a lluvias y tormentas en el centro y norte del país, registrándose el día 31/12/23: 73 mm en Córdoba Observatorio, 44 mm en Córdoba Aero y 40 mm en Pilar Observatorio.

La precipitación total acumulada en la década superó los 50 mm en el norte del país, resultando superior al promedio 1991-2020 en el centro de Buenos Aires, centro de Mendoza, NOA y norte del Litoral.

Si bien hay zonas donde las precipitaciones fueron escasas y el suelo perdió algo de humedad, aún persisten excesos hídricos, como en Entre Ríos y centro de Buenos Aires.

En Misiones y Corrientes donde las lluvias fueron abundantes, también los suelos permanecen con excesos de agua. El oeste de la zona productiva de secano se encuentra con déficit hídrico a pesar de haber recibido precipitaciones.

DÉCADA 3 DICIEMBRE 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	60.0	40.4	4	29.0	22
Bahía Blanca	Buenos Aires	5.0	-14.0	1	5.0	24
Balcarce	Buenos Aires	0.8	-25.1	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	50.0	14.1	4	29.0	27
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-25.4	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	21.8	-14.7	2	19.0	24
Coronel Suarez	Buenos Aires	80.0	51.5	4	53.0	27
Ezeiza	Buenos Aires	15.0	-25.8	2	8.0	27
Junín	Buenos Aires	31.0	-21.0	2	29.0	24
La Plata	Buenos Aires	33.0	0.3	3	24.0	23
Las Flores	Buenos Aires	56.0	31.2	4	23.0	24
Mar Del Plata	Buenos Aires	14.8	-11.9	3	6.0	22
Nueve de Julio	Buenos Aires	71.8	26.9	2	66.0	24
Pehuajó	Buenos Aires	73.0	35.5	4	38.0	24
Pigüé	Buenos Aires	91.0	60.5	4	61.0	27
San Pedro	Buenos Aires	3.3	-31.3	1	3.3	24
Tandil	Buenos Aires	35.6	11.5	3	16.0	24
Tres Arroyos	Buenos Aires	23.0	-4.7	2	18.0	23
Laboulaye	Córdoba	11.8	-44.7	2	7.0	31
Manfredi	Córdoba	18.9	-26.1	3	7.8	24
Marcos Juárez	Córdoba	28.0	-38.2	2	16.0	24
Pilar	Córdoba	55.0	9.0	2	40.0	31
Río Cuarto	Córdoba	46.0	-5.3	4	28.0	24
C. del Uruguay	Entre Ríos	1.5	-42.7	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	60.2	2.7	2	57.0	28
Gualedaychú	Entre Ríos	19.0	-29.6	1	19.0	24
Paraná	Entre Ríos	20.6	-28.1	2	15.0	24
Anguil	La Pampa	9.0	-17.5	2	6.5	31
General Pico	La Pampa	22.0	-21.8	4	10.0	31
Santa Rosa	La Pampa	37.0	7.2	5	10.0	21
Ceres	Santa Fe	46.0	-6.7	2	44.0	28
Rafaela	Santa Fe	13.4	-30.1	3	8.3	24
Reconquista	Santa Fe	83.0	28.0	2	50.0	28
Rosario	Santa Fe	10.0	-37.3	2	7.0	29

Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

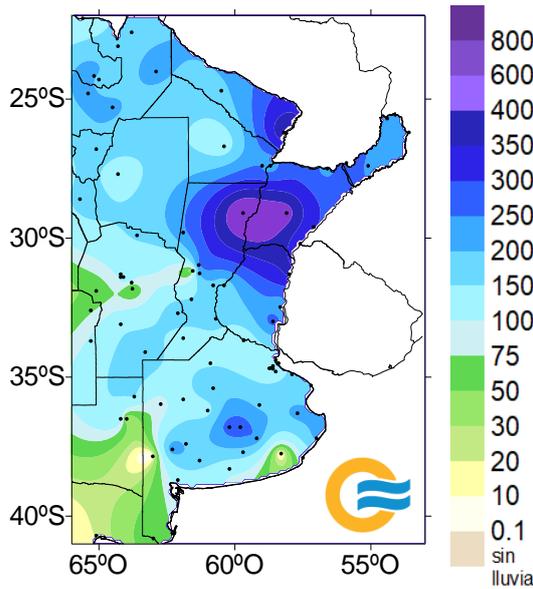
PD: precipitación (mm) total de la década
 DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1981-2010
 Dllu: días con precipitación > 1 mm
 MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas
 DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria
 DN: desvío del promedio

CAL: calificación
 MA: muy alta
 A: alta
 N: normal
 B: baja
 MB: muy baja

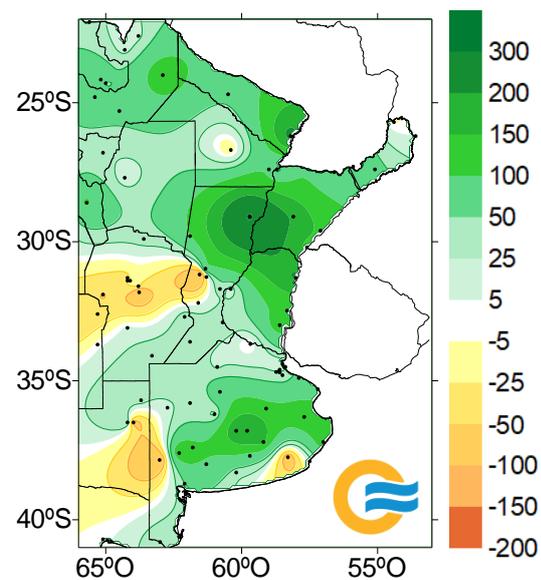
3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

DICIEMBRE 2023

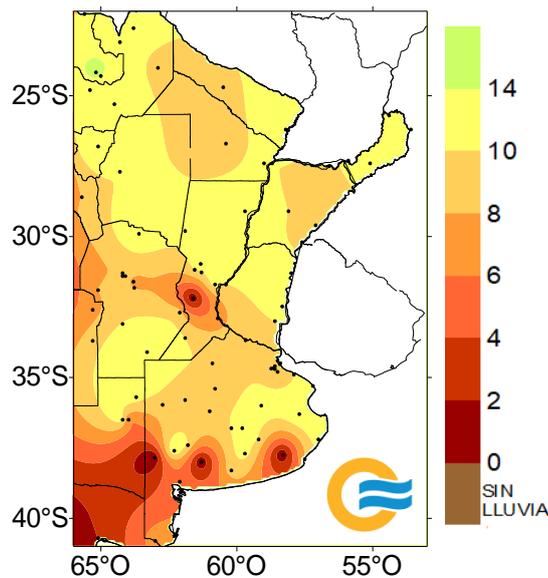
PRECIPITACIÓN (mm)



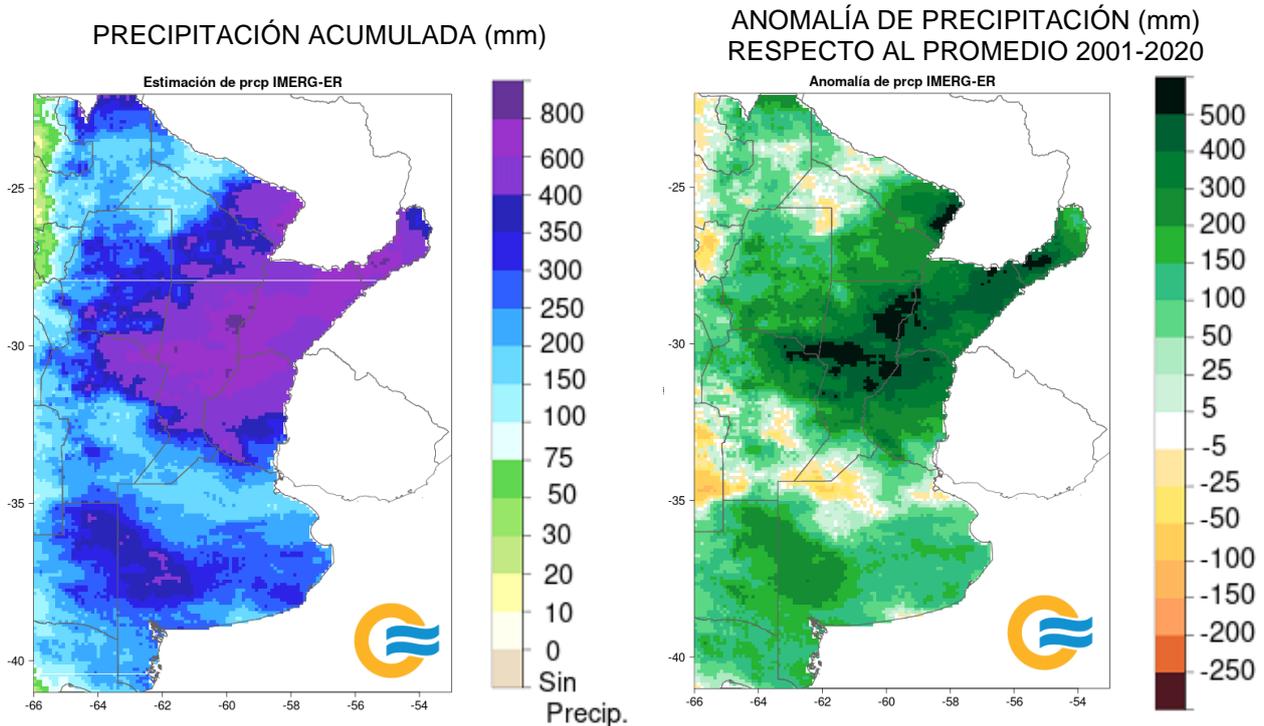
DESVÍO (mm)



DÍAS CON PRECIPITACIÓN



PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER DICIEMBRE 2023



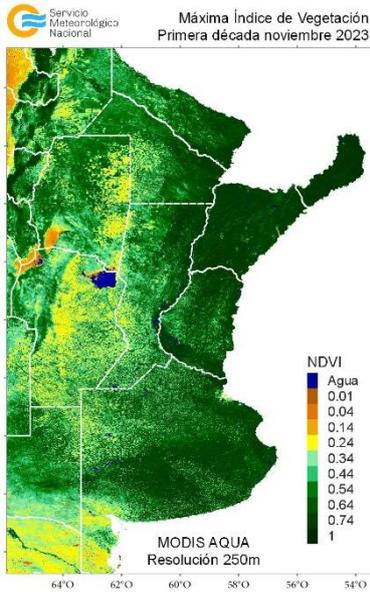
4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

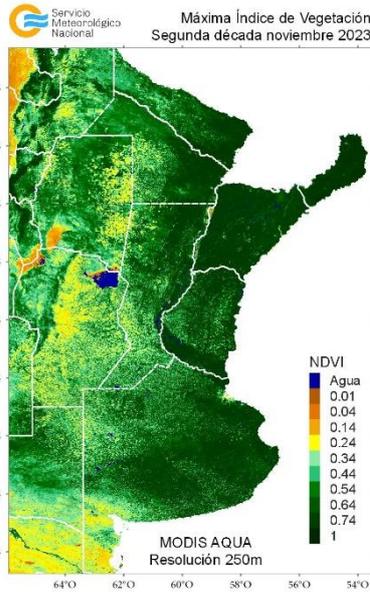
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de noviembre y diciembre de 2023. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se nota un aumento de la actividad fotosintética, en parte asociado a los cultivos de verano que se encuentran en etapa vegetativa y en las primeras fases reproductivas.

NOVIEMBRE 2023

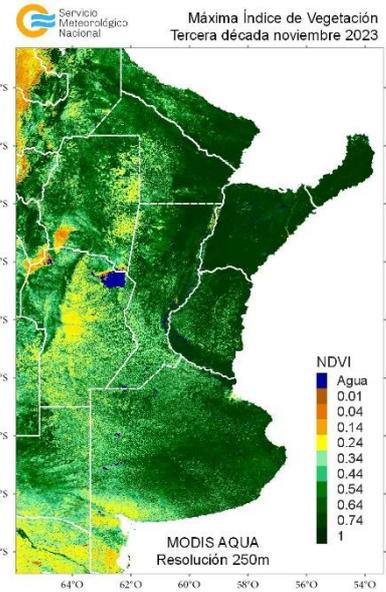
DÉCADA 1



DÉCADA 2

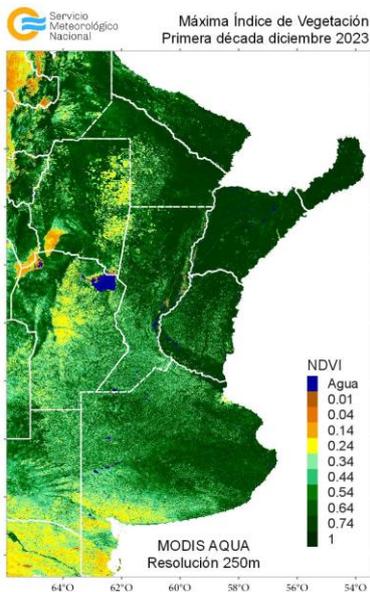


DÉCADA 3

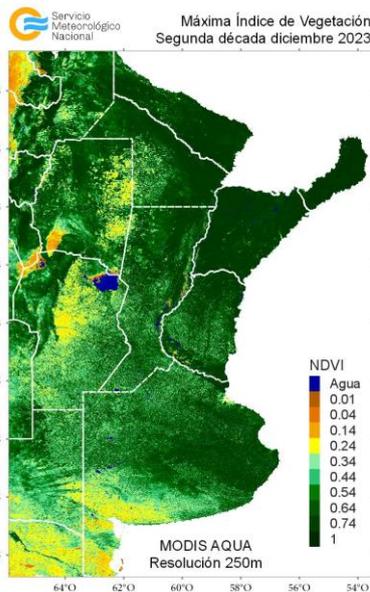


DICIEMBRE 2023

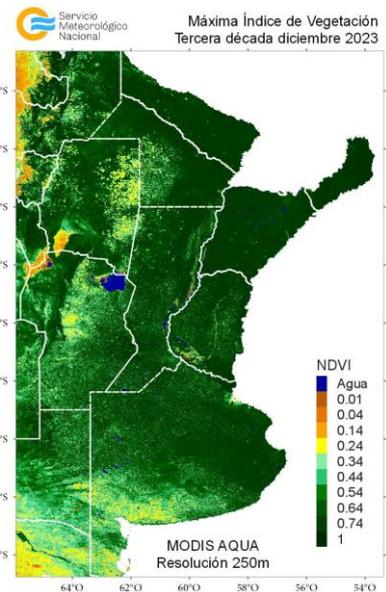
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



4.2. HUMEDAD DEL SUELO

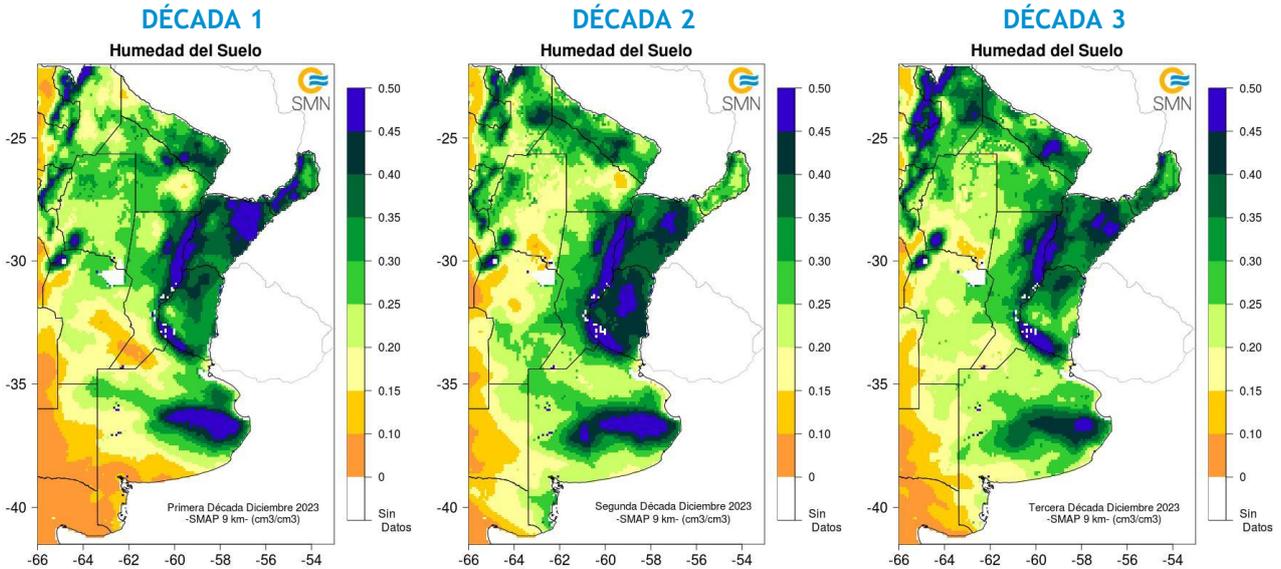
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

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

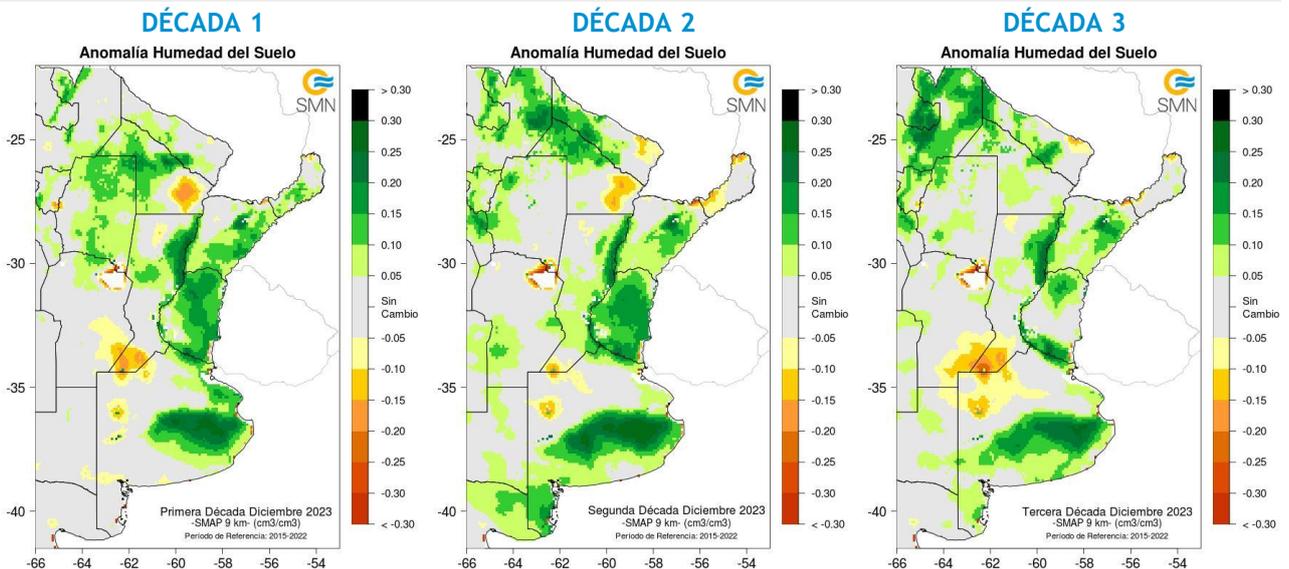
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2023 respecto al periodo 2015-2022, para cada década.

En la mayor parte de la región Pampeana los suelos se han mantenido con buena humedad, por lo menos en los primeros centímetros, resultando mayor al contenido de agua promedio 2015-2022.

DICIEMBRE 2023 HUMEDAD DEL SUELO



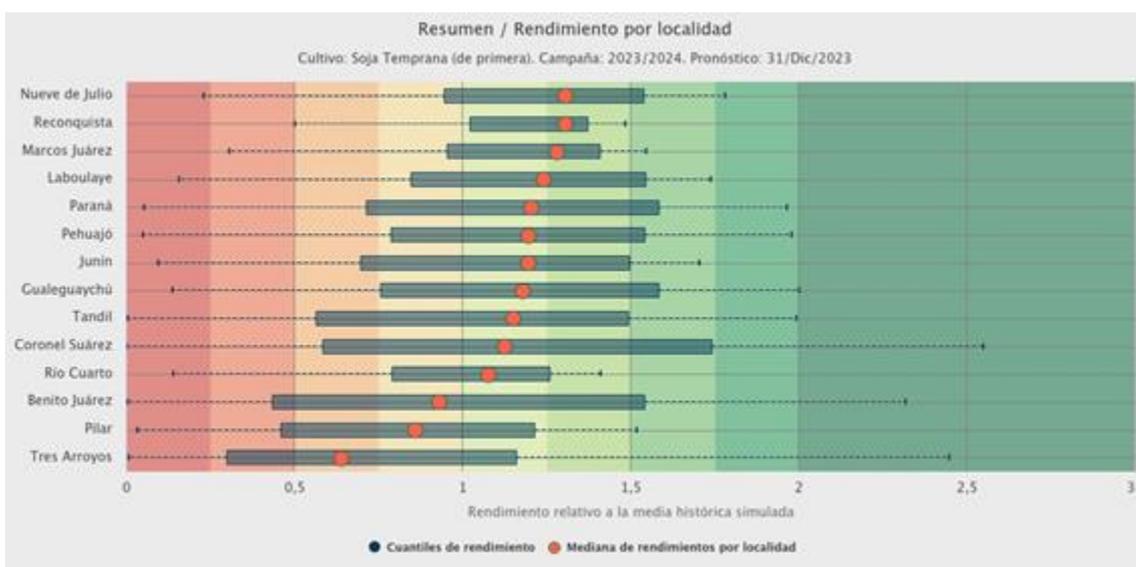
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

ProRindes es una herramienta para estimar el rendimiento de soja, maíz, trigo y cebada en varias localidades de la región Pampeana y a lo largo de toda una campaña agrícola. En este momento del año se simula el rendimiento de maíz y soja. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 31/12/2023 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gov.ar/>).

En las figuras a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para el maíz y la soja de primera ocupación en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Se observan perspectivas de rinde por encima de los valores promedio para el maíz, a excepción de las localidades ubicadas en las regiones I y V, que continuaron bajo los efectos de la sequía. En el caso de la soja, los pronósticos de menor rendimiento se visualizaron en algunas localidades las regiones IV y V.



DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

TEMPERATURA

Máxima media (Máxima MED): promedio de las temperaturas máximas diarias en el período considerado (década o mes).

Máxima absoluta (Máxima ABS): temperatura máxima más alta registrada en el período considerado (década o mes).

Día: día de ocurrencia de la temperatura máxima o mínima absoluta, en el mes considerado.

Mínima media (Mínima MED): promedio de las temperaturas mínimas en el período considerado (década o mes).

Mínima absoluta (Mínima ABS): temperatura mínima más baja registrada en el período considerado (década o mes).

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

Calificación	Probabilidad de que la temperatura sea inferior al límite del quintil
Muy Baja	Quintil 1=Hasta el 20%
Baja (B)	Quintil 2=Del 20.1% al 40%
Normal (N)	Quintil 3=Del 40.1% al 60%
Alta (A)	Quintil 4=Del 60.1% al 80%
Muy Alta (MA)	Quintil 5=Del 80.1% al 100%

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

Desvío (DN): diferencia en grados y décimas de grados entre el valor de la temperatura media actual y el valor medio de la distribución (derivado del análisis de valores históricos), para el lapso considerado (década o mes).

Calificación (CAL): surge de ubicar el valor actual de temperatura media (década o mes) en alguno de los rangos probabilísticos de ocurrencia derivados del análisis de valores históricos (distribución empírica).

GRADOS DIAS

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

GD: Temperatura media diaria - Temperatura base

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

PRECIPITACIONES

Precipitación total (PM-PD): cantidad total de precipitaciones ocurridas en el período considerado (década o mes).

Desvío del promedio (DN): diferencia (en milímetros) entre el valor de la precipitación registrada en la década o mes (según el lapso considerado) y el valor medio de la distribución (derivado del análisis de valores históricos), para el lapso considerado (década o mes).

Máxima (MAX): precipitación máxima acumulada en 24 Hs en el período considerado (década o mes).

Calificación (CAL): surge de ubicar el valor total ocurrido en la década o mes, en alguno de los rangos probabilísticos de ocurrencia derivados del análisis de valores históricos (distribución empírica).

Precipitación acumulada (Acum): suma de las precipitaciones ocurridas a lo largo del año en curso (incluye el mes del presente boletín) en mm.

Calificación	Probabilidad de que la precipitación acumulada sea inferior al límite del quintil correspondiente
Muy Baja (MB)	Quintil 1=Hasta el 20%
Baja (B)	Quintil 2=Del 20.1% al 40%
Normal (N)	Quintil 3=Del 40.1% al 60%
Alta (A)	Quintil 4=Del 60.1% al 80%
Muy Alta (MA)	Quintil 5=Del 80.1% al 100%

IMERG_er

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

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

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

Más información:

<http://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/gpm>

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

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

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

HUMEDAD DEL SUELO

La información satelital con la que realiza este producto proviene del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de 5 cm, a partir de un radiómetro de microondas en banda L (1.41 GHz). La resolución temporal del satélite es de 3 días, por lo que se obtiene un mapa integrado para la región Argentina con dicha frecuencia, tanto para las pasadas descendentes (6 am – hora local), como las ascendentes (6 pm – hora local). De esta forma, si los datos son óptimos se consideran, para el promedio decádico, 6 imágenes para cada década (3 ascendentes y 3 descendentes). Los valores de la estimación, son una representación de la humedad volumétrica del suelo (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 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/>

BoxPlot

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

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

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

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

María Gabriela 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.gov.ar/>. Si bien es una herramienta que está disponible para todos los usuarios, está destinada principalmente a los tomadores de decisiones del sector agrícola. La misma brindará soporte principalmente para establecer relaciones de mercado o cuestiones de logística y acopio en el sector. Las actualizaciones de los pronósticos se realizan una vez por semana y se pueden visualizar de manera inmediata en el sitio web.

Este documento presenta una *primera sección* con una recopilación de los aspectos técnicos, principales configuraciones, limitaciones (Rocha A. 2015; Bonhaure D. y Koda V. 2018) y el trabajo operativo que realiza actualmente el SMN con la herramienta de ProRindeS y una *segunda sección* con los resultados de investigaciones producto de la vinculación entre el SMN y el grupo de investigación "Variabilidad climática de eventos extremos de precipitación. Impactos" del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

1. Aspectos técnicos y operativos del sistema ProRindeS

1.1 Principales componentes del sistema ProRindeS

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

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

Cada manejo agronómico supone, además, una fecha de siembra y la densidad lograda (es decir, número de plantas por metro cuadrado). La definición del manejo agronómico se completa con la fertilización nitrogenada. Para todos los cultivos se define un contenido inicial de Nitrógeno en el

suelo (en la capa 0-60 cm) representativo de cada localidad y fecha de siembra. Para el maíz, además, se define una dosis de fertilización con Nitrógeno de manera de alcanzar el nivel total deseado (o sea, Nitrógeno del suelo más Nitrógeno aportado por fertilización) representativo de cada localidad y fecha de siembra.

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

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



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

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

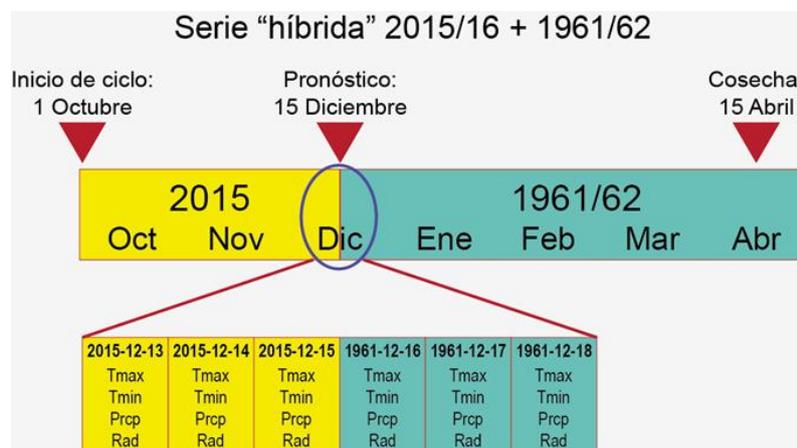


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos.(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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

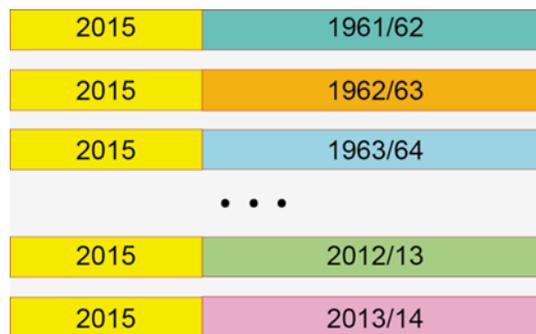


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada.
(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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

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

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

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

La Figura 4 muestra la evolución temporal de los rendimientos obtenidos con la herramienta ProRindes donde se puede observar la reducción de la incertidumbre en el pronóstico de

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

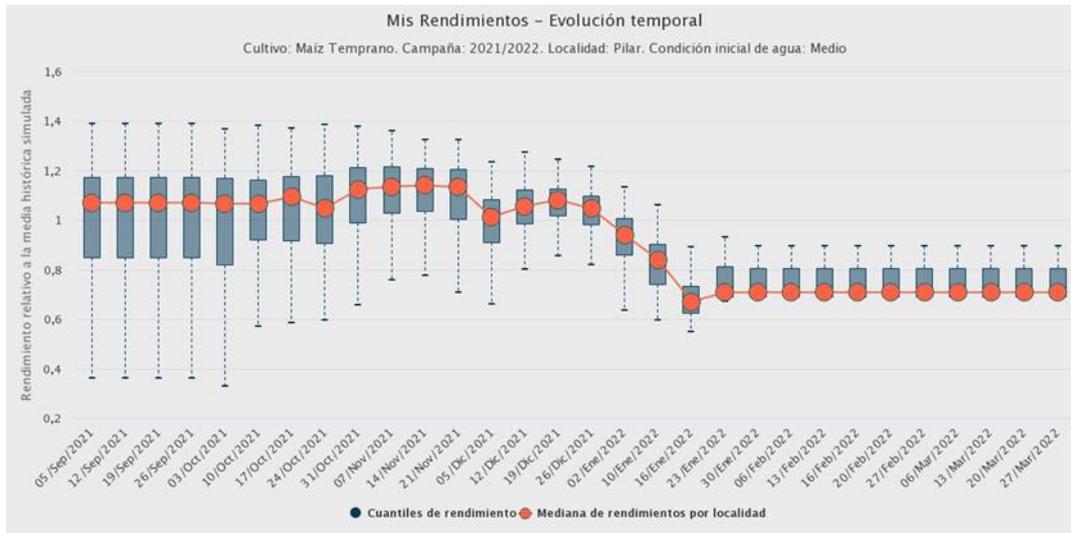


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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

1.2 Validaciones y limitaciones

Según la documentación provista en <https://prorindes.smn.gob.ar/> se realizaron **validaciones** para el esquema propuesto por la herramienta ProRindeS para los cultivos de soja y maíz a lo largo de siete campañas agrícolas (desde 2005/06 hasta 2011/12) en dos localidades de referencia: Junín (Buenos Aires) y Pilar (Córdoba). Los resultados obtenidos mostraron que la variación de los pronósticos de rendimientos está determinada principalmente por la evolución de las condiciones climáticas, en particular de la variable precipitación. En consecuencia, la incertidumbre en los pronósticos se reduce a medida que se van incorporando datos climáticos observados. Esto demuestra que los pronósticos iniciales son de utilidad relativa debido a su gran variabilidad y apartamiento respecto de los valores finales. Sin embargo, se ha demostrado que tanto para la soja como para el maíz, los pronósticos de rendimiento resultaron aceptables dentro de los dos meses previos a su cosecha (Rocha. A, 2005). Otros autores obtuvieron resultados similares para estudios realizados con trigo en India y con maíz en Brasil.

Los modelos de simulación utilizados por ProRindeS (los modelos CERES y CROPGRO en la suite DSSAT) capturan la influencia de muchos factores que influyen sobre el rendimiento simulado, pero

también hay otros factores o procesos que no son capturados por estos modelos, mostrando **limitaciones**. La interpretación de los resultados pronosticados debe hacerse con cuidado y considerando qué factores han tenido un rol en la evolución real de los cultivos en una determinada zona. Por ejemplo, las simulaciones de rendimientos no reproducen los efectos de plagas, malezas y enfermedades (los modelos asumen que el cultivo se mantiene libre de estos factores). En años o localidades donde ha habido fuerte incidencia de estos factores, el rendimiento real probablemente sea menor que el rendimiento simulado por ProRindeS. Otro factor que los modelos no capturan es la presencia de exceso de agua (anegamiento o encharcado). Si estos excesos existen, los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. A la inversa, los efectos beneficiosos de una napa freática accesible a las raíces de un cultivo no serán reflejados por las simulaciones si faltan lluvias. En este caso, sin embargo, los rendimientos simulados serán algo menores que los reales (si la falta de lluvia es el único factor de estrés), ya que el subsidio de agua aportado por la napa no se ve reflejado por los modelos. De la misma manera, la presencia de excesos de agua (anegamiento o encharcado) no es capturada por los modelos, por lo que nuevamente los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. Tampoco se tienen en cuenta fenómenos climáticos extremos como las heladas.

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

1. Introducción

En la última década, más del 90% del trigo argentino se cultiva en una amplia región que va de los 23° a 40° de latitud a los 57° a 67° de longitud, en donde más del 80% se cosecha en la región pampeana (Abbate *et al.*, 2017). En dicha región, se lleva a cabo una producción en secano, por lo cual, el almacenaje de agua en el suelo se ve afectado por la escasez y exceso de precipitaciones.

Debido a lo extenso de esta región, la precipitación varía tanto estacional como espacialmente (Pántano *et al.*, 2017). La señal de los eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en las precipitaciones mensuales en la región de estudio presentan una variabilidad regional. En términos generales las precipitaciones mensuales tienden a estar por encima (debajo) de los valores normales en los eventos El Niño (La Niña), impactando en el almacenaje de agua en el suelo (Penalba *et al.*, 2019).

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

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

2.2 Materiales y Métodos

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

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

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

correlación se identificaron, para cada localidad, los períodos sensibles para ambos índices hídricos (T de Student, significancia 95%, una cola. Wilks, 1995).

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

2.3. Resultados y Discusión

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

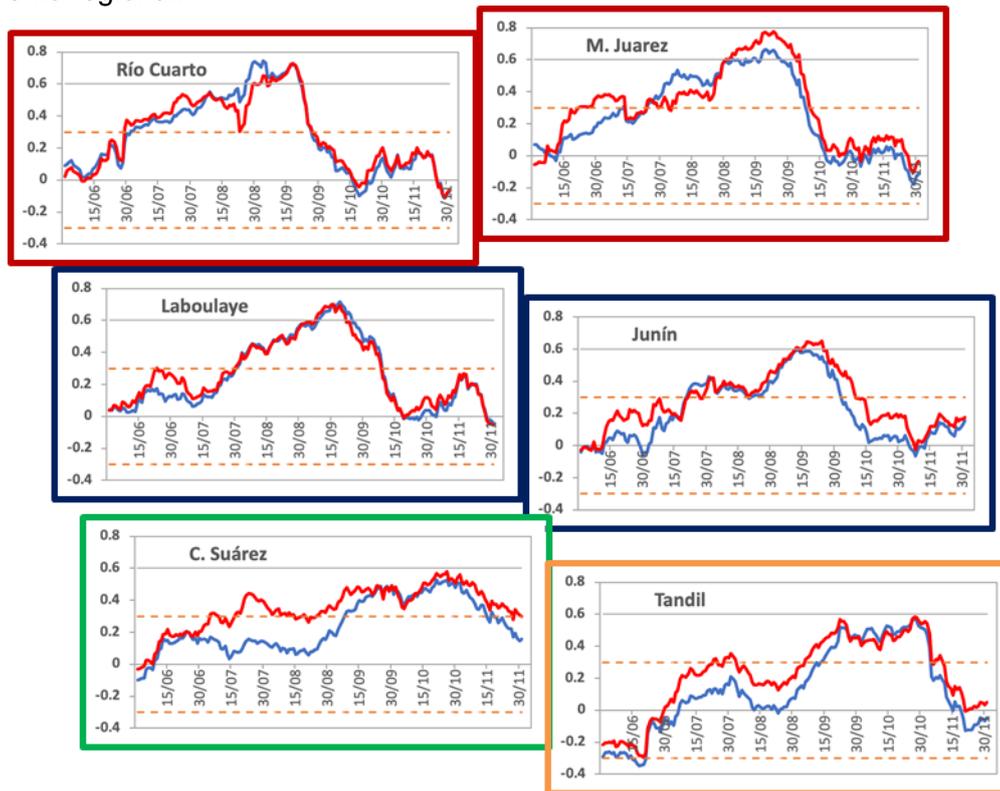


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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

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

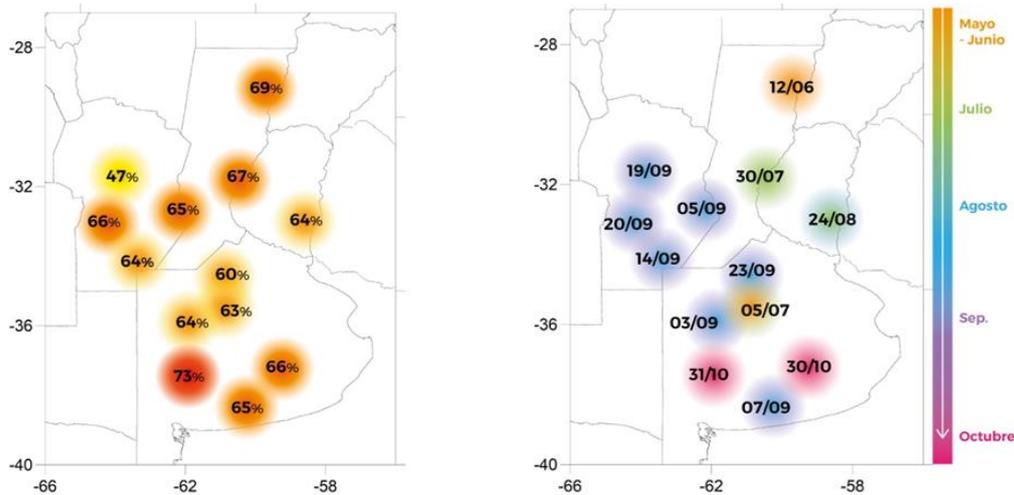


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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

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

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



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

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

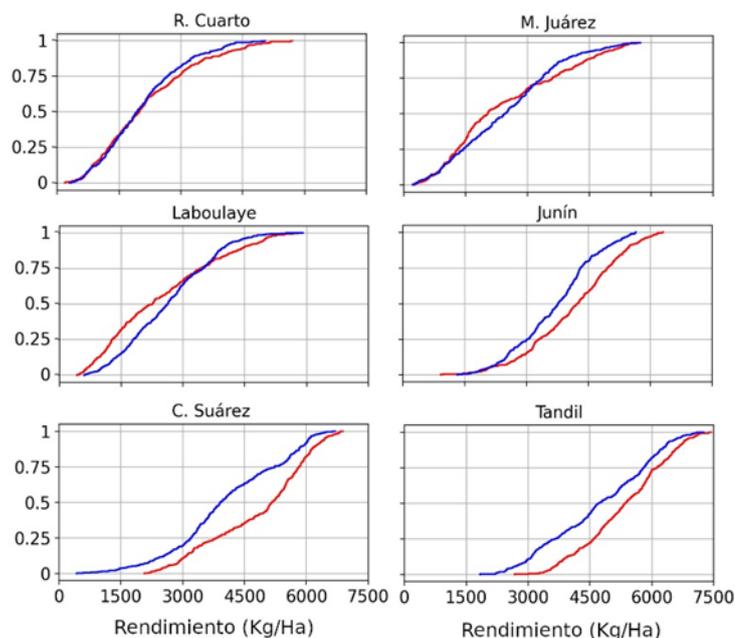


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

2.4. Conclusiones

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

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

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

2.5. Agradecimientos

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

Bibliografía

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



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

www.smn.gob.ar



1983/2023 - 40 años de democracia