

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

AGOSTO 2024

Volumen VIII
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
Cami Córdoba Fradinger

*Dirección Servicios Sectoriales
Servicio Meteorológico Nacional*

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

 +54 11 5167 6767 | interno 18901

 agro@smn.gov.ar

 Servicio Meteorológico Nacional
Dorrego 4019 (C1425GBE), Ciudad
Autónoma de Buenos Aires.
Argentina

 SMN.ar

 smn_argentina

 smn_argentina

 smnPRENSA

ÍNDICE

1

Generalidades

1.1	Aspectos agronómicos y agrometeorológicos generales del mes	1
1.2	Principales características por regiones	4

2

Temperatura

2.1	Temperatura media 1ra década	5
2.2	Temperatura media 2da década	6
2.3	Temperatura media 3da década	7
2.4	Heladas	9
2.5	Grados día	11
2.6	Mapas de temperatura	12

3

Precipitación

3.1	Precipitación acumulada 1ra década	13
3.2	Precipitación acumulada 2da década	14
3.3	Precipitación acumulada 3ra década	16
3.4	Mapas de precipitación	18

4

Índices satelitales

4.1	Índice normalizado de vegetación	19
4.2	Anomalía del índice normalizado de vegetación	20
4.3	Humedad del suelo	21

5

Pronóstico de rendimiento - ProRindes

5.1	Pronóstico de rendimientos para los cultivos de trigo y cebada (fecha de inicio: 25/08/2024)	23
-----	---	----

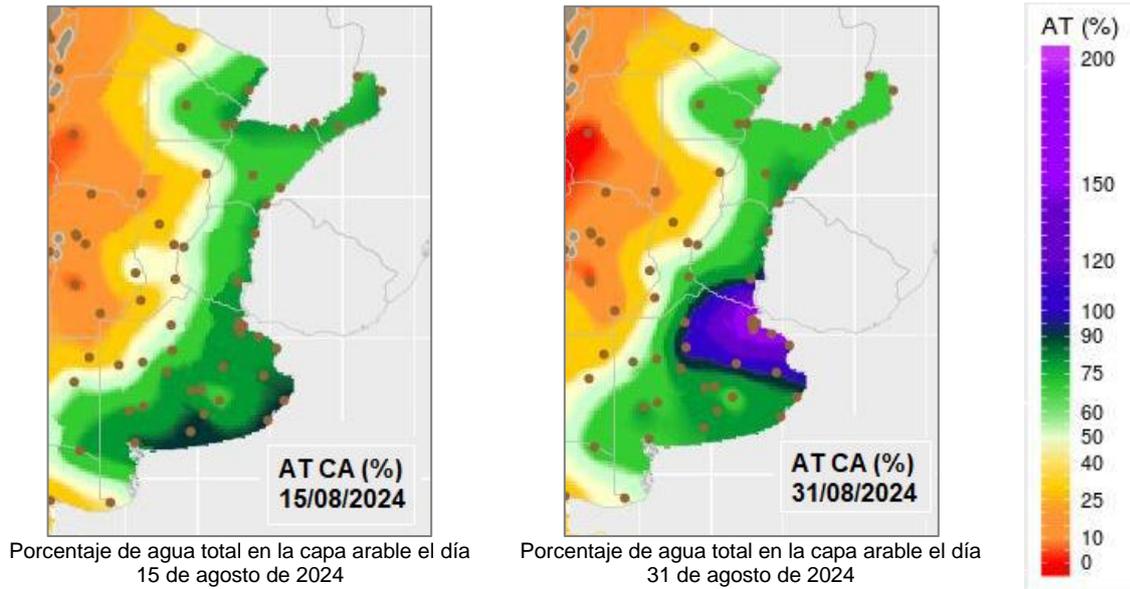
	Definición y abreviaturas de parámetros empleados	24
--	---	----

	Anexo: informe técnico sobre ProRindes	26
--	--	----

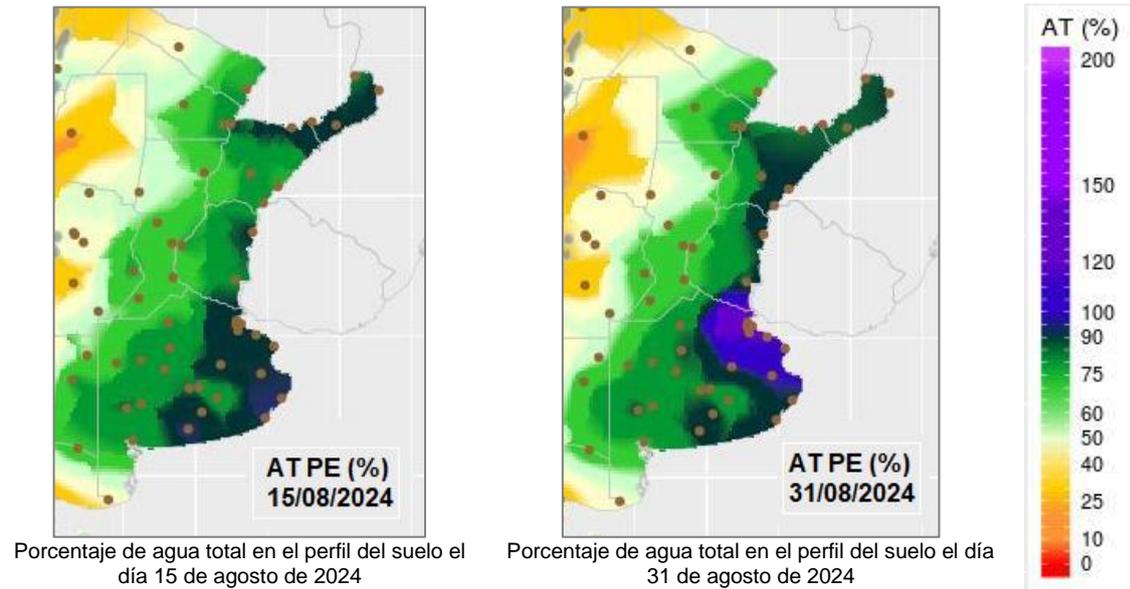
1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE AGOSTO 2024.

Comenzó la siembra de girasol y maíz en el norte de la región Pampeana dando inicio a la campaña agrícola 2024-2025.

La cebada y el trigo se observan mayormente transitando el estado de macollaje, aunque los más adelantados alcanzaron la etapa de encañazón, en casi toda el área de secano. En el norte de la región, transitan la etapa de floración o el llenado de los granos.



Capa arable (primeros 10 cm)

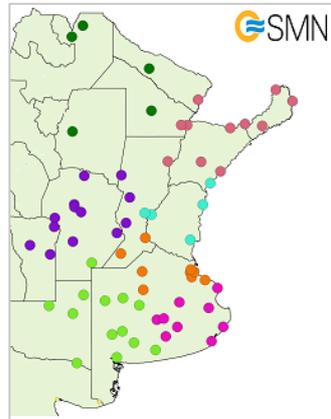


Perfil (profundidad 1m)

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:



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

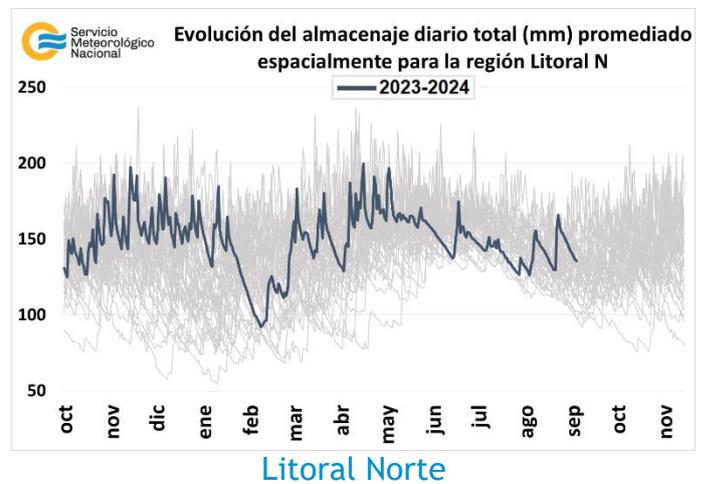
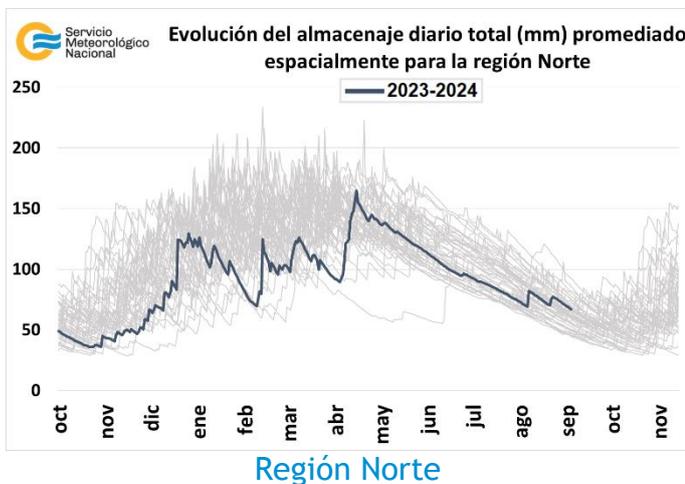
En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

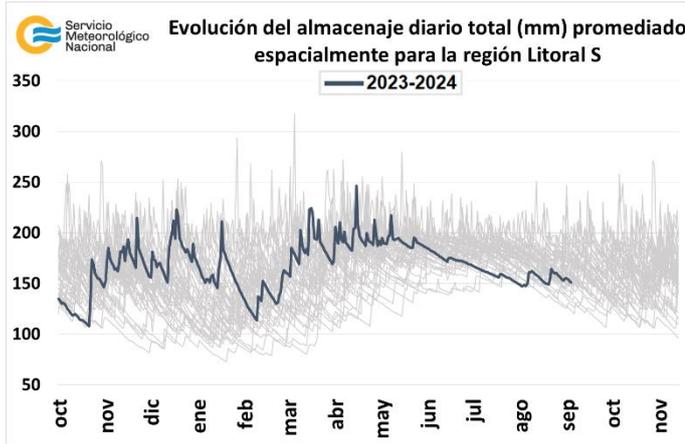
En la región Norte se produjeron precipitaciones a lo largo del mes, que resultaron superiores a lo normal en la primera y en la última década de agosto, produciendo una recarga de humedad en el suelo. El almacenaje de agua en el suelo se encuentra entre los valores centrales de la distribución histórica 1981-2023.

En el norte del Litoral, las precipitaciones ocurridas recargaron de humedad el perfil del suelo, pero también esta humedad se perdió rápidamente.

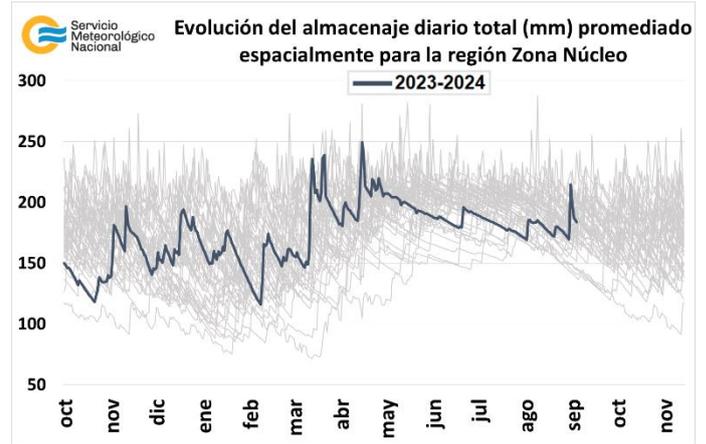
El sur del Litoral recibió lluvias a lo largo del mes, siendo más abundantes en la primera y última década. Esto produjo una recarga de humedad en los suelos, sin embargo es de las más bajas desde 1981.

En la zona Núcleo se registraron precipitaciones a lo largo del mes, las más abundantes se observaron en la última década produciendo un marcado aumento en el almacenaje de agua en el suelo.





Litoral Sur

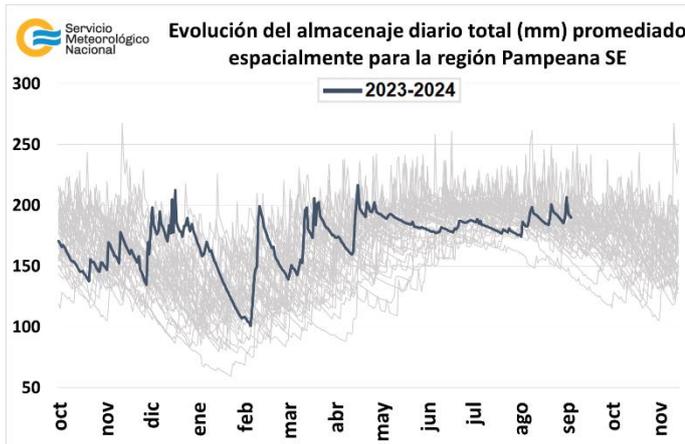


Zona Núcleo

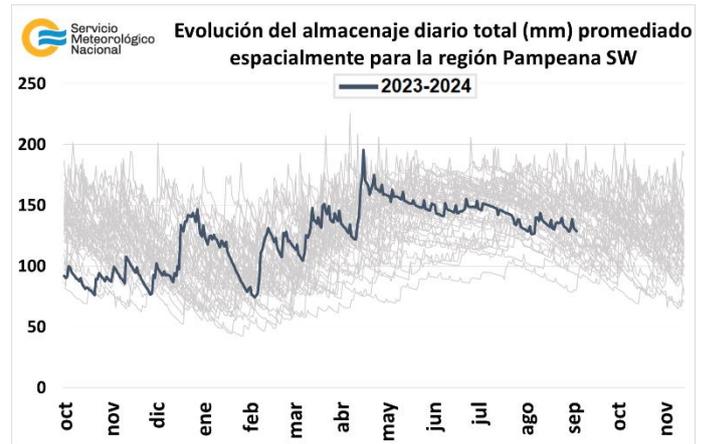
En el sudeste de la región Pampeana las precipitaciones han sido abundantes principalmente en la primera y tercera década. Esto recargó de humedad los suelos, observándose algunos excesos hídricos.

En el sudoeste de la región Pampeana las precipitaciones más abundantes se registraron en la primera década provocando un aumento en la humedad edáfica.

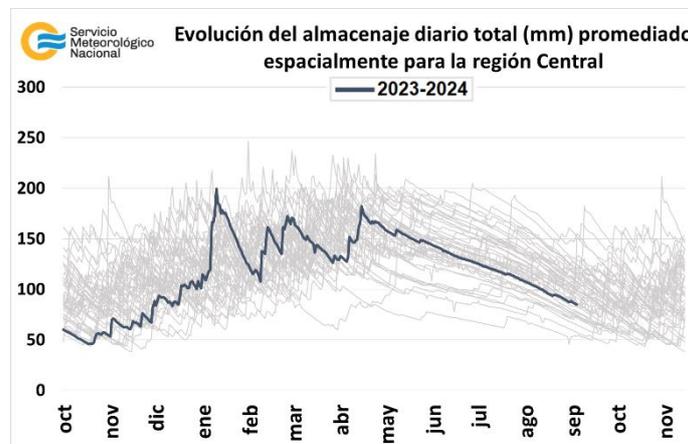
En la región central las precipitaciones ocurridas estuvieron dentro de los valores normales para esta época del año, el almacenaje de agua en el suelo continúa en tendencia negativa.



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

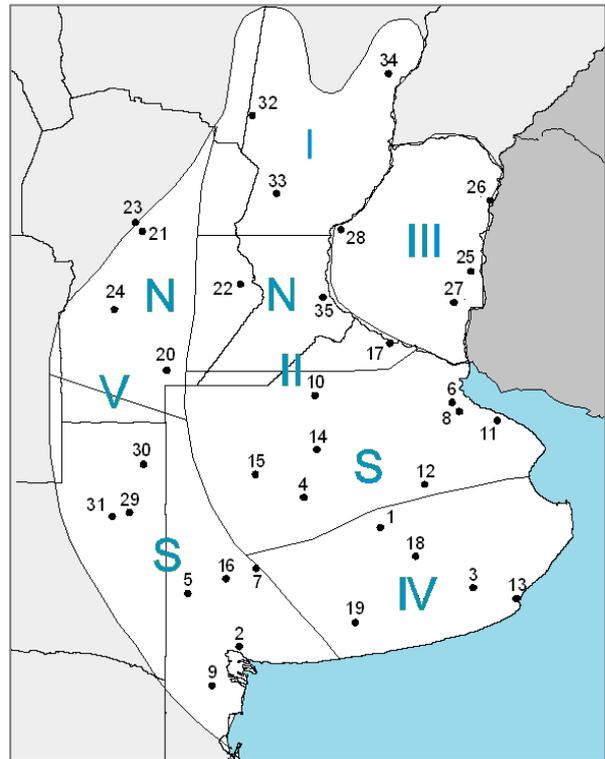


Región Central

1.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS POR REGIONES.

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

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



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

REGIÓN I: los triguales se observan mayormente en el estado de floración, aunque, los más adelantados comenzaron el proceso de llenado de granos. Comenzó la siembra de girasol y maíz en las zonas con suficiente humedad en la cama de siembra, dando inicio a la campaña de gruesa 2024-2025.

REGIÓN II NORTE: la cebada se halla fenológicamente en etapa de encañazón, reportándose la presencia de mancha red. Los triguales se observan mayormente atravesando el macollaje, mientras que los más adelantados se visualizan en la fase de encañazón.

REGIÓN II SUR: la cebada y los triguales se observan fenológicamente en estado de macollaje, bajo buenas condiciones generales.

REGIÓN III: la cebada transita la etapa de macollaje y presenta un buen estado sanitario. Los triguales presentan un buen crecimiento y desarrollo, favorecidos por las precipitaciones acaecidas.

REGIÓN IV: la cebada y el trigo se encuentran en estado de macollaje, bajo buenas condiciones generales. La cosecha de maíz de siembra tardía se halla prácticamente finalizada, restando recolectar un 2% de los lotes sembrados, con rendimientos variables según las zonas.

REGIÓN V NORTE: la cebada presenta un escaso desarrollo debido principalmente a la falta de precipitaciones. Los triguales sembrados al sur de la región se observan en plena etapa de macollaje, mientras que los del norte se hallan fenológicamente en fase de encañazón. Los cultivos muestran una baja tasa de crecimiento y pérdida de hojas en las zonas con menor aptitud agrícola, debido a la escasez de precipitaciones.

REGIÓN V SUR: la cebada y el trigo se observan fenológicamente en el estado de macollaje, presentando un estado de bueno a regular, debido a la escasez hídrica. La cosecha de los maíces tardíos y del sorgo se halla prácticamente finalizada.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas presentaron desvíos positivos en el noroeste de la Patagonia y centro y norte del país, a excepción del extremo noreste de la región del Litoral. En el resto de la Patagonia se observaron anomalías negativas de esta variable. Las temperaturas mínimas se presentaron superiores al promedio en casi todo el territorio nacional, con los mayores desvíos positivos en el centro-este y norte del país. Los desvíos negativos registrados en las sierras de Córdoba y San Luis se debieron principalmente a los extremos fríos de temperatura del aire observados en los últimos días del período analizado.

En el sur de la región Pampeana se registraron hasta 4 días con heladas meteorológicas, mientras que en el norte de la región se observaron solamente entre 1 y 2 días (según las zonas) con temperaturas inferiores a 0°C a nivel del suelo.

DÉCADA 1 AGOSTO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	16.7	27.6	2	6.0	-2.0	9	11.3	7.6	3.7
Bahia Blanca	Buenos Aires	17.4	21.7	2	6.3	-0.7	9	11.9	8.5	3.4
Balcarce	Buenos Aires	16.8	28.0	2	7.4	0.9	9	12.1	8.7	3.4
Bolívar	Buenos Aires	17.4	27.1	2	6.0	-2.5	9	11.7	7.9	3.8
Bordenave	Buenos Aires	15.4	20.9	2	5.0	-2.9	9	10.2	8.1	2.1
Castelar	Buenos Aires	19.0	30.9	2	9.4	0.7	10	14.2	10.9	3.3
Coronel Suarez	Buenos Aires	15.5	21.3	2	3.9	-4.8	9	9.7	6.6	3.1
Ezeiza	Buenos Aires	18.8	30.5	2	9.0	1.4	9	13.9	10.5	3.4
Junín	Buenos Aires	18.5	32.1	2	6.8	-0.7	9	12.6	9.4	3.2
La Plata	Buenos Aires	17.6	28.4	2	8.9	2.5	9	13.2	9.8	3.4
Las Flores	Buenos Aires	18.1	30.5	2	8.4	0.9	9	13.3	8.8	4.5
Mar Del Plata	Buenos Aires	16.5	27.4	2	6.3	1.4	4	11.4	8.1	3.3
Nueve de Julio	Buenos Aires	17.9	30.2	2	7.3	-1.0	9	12.6	9.1	3.5
Pehuajó	Buenos Aires	17.5	25.9	2	6.6	-1.8	9	12.1	8.4	3.7
Pigüé	Buenos Aires	14.4	19.2	4	4.6	-3.8	9	9.5	6.8	2.7
San Pedro	Buenos Aires	19.4	32.8	2	8.8	-0.6	10	14.1	11.2	2.8
Tandil	Buenos Aires	16.5	27.5	2	5.3	-1.9	4	10.9	7.1	3.8
Tres Arroyos	Buenos Aires	16.3	23.9	2	6.5	-0.4	9	11.4	7.8	3.6
Laboulaye	Córdoba	19.0	25.3	2	4.0	-4.0	9	11.5	8.8	2.7
Marcos Juárez	Córdoba	20.3	32.5	2	6.5	-4.7	9	13.5	9.9	3.6
Pilar	Córdoba	20.9	31.9	2	5.6	-4.6	9	13.2	10.6	2.6
Río Cuarto	Córdoba	19.7	27.2	2	5.2	-6.2	9	12.5	9.8	2.7
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	20.5	31.6	2	10.1	-1.8	10	15.3	11.7	3.6
Concordia	Entre Ríos	21.1	29.9	2	12.0	1.5	10	16.5	13.0	3.5
Gualeguaychú	Entre Ríos	19.4	31.7	2	10.4	-0.7	10	14.9	11.5	3.4
Paraná	Entre Ríos	20.1	31.8	2	10.2	0.4	9	15.1	12.0	3.1
General Pico	La Pampa	17.6	23.0	2	4.5	-4.5	9	11.1	9.0	2.1
Santa Rosa	La Pampa	17.0	22.0	2	4.7	-3.8	9	10.9	8.2	2.7
Ceres	Santa Fe	22.8	34.8	2	9.3	-0.4	10	16.0	12.4	3.6
Reconquista	Santa Fe	22.4	33.4	2	11.7	0.3	10	17.1	14.4	2.7
Rosario	Santa Fe	20.3	32.5	2	8.8	-2.8	10	14.6	10.9	3.7

2.2 SEGUNDA DÉCADA

En la primera mitad de la segunda década de agosto, un centro anticiclónico desplazándose desde el norte de nuestro país hacia el Océano Atlántico hizo prevalecer la circulación del aire en sentido N-S, que llegó hasta la Patagonia, provocando temperaturas levemente cálidas en varias regiones. A partir del día 16, dicho anticiclón fue seguido por un centro de baja presión que modificó la circulación, permitiendo el ingreso de una masa de aire de origen polar que provocó importantes descensos térmicos, especialmente en la franja central del país, desde Cuyo hasta la costa bonaerense, sin alcanzar al extremo norte del territorio nacional.

En el promedio de los 10 días, las temperaturas máximas resultaron superiores a la media en el norte del país y en el sur de Patagonia, e inferiores en la zona central, con un núcleo de anomalía negativa en la zona de San Luis, mientras que las mínimas mostraron el patrón opuesto en el norte y el centro, aunque con apartamientos de la normalidad menos intensos.

En casi todas las estaciones del sur de Buenos Aires y el sur de Santa Fe analizadas se registraron entre 4 y 6 días con temperatura a 5 cm del suelo por debajo de los 0 °C.

DÉCADA 2 AGOSTO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	14.2	18.5	15	1.6	-3.3	20	7.9	8.5	-0.6
Bahia Blanca	Buenos Aires	13.6	21.2	14	2.7	-2.8	20	8.2	9.5	-1.3
Balcarce	Buenos Aires	13.9	19.0	13	4.5	1.4	20	9.2	9.5	-0.3
Bolívar	Buenos Aires	14.9	20.7	14	2.7	-3.0	12	8.8	9.4	-0.6
Bordenave	Buenos Aires	14.5	19.7	13	3.8	-2.6	12	9.2	9.1	0.1
Castelar	Buenos Aires	16.4	21.8	15	6.8	2.3	12	11.6	12.2	-0.6
Coronel Suarez	Buenos Aires	13.1	18.5	13	2.0	-3.1	12	7.6	7.7	-0.1
Ezeiza	Buenos Aires	15.7	20.5	15	6.1	-0.5	12	10.9	11.9	-1.0
Junín	Buenos Aires	16.7	22.4	14	4.3	-4.0	12	10.5	10.6	-0.1
La Plata	Buenos Aires	15.0	20.6	15	5.7	1.1	12	10.4	11.0	-0.6
Las Flores	Buenos Aires	14.7	19.0	14	4.6	0.2	12	9.6	10.1	-0.5
Mar Del Plata	Buenos Aires	12.7	17.5	14	5.4	1.6	14	9.1	8.9	0.2
Nueve de Julio	Buenos Aires	16.2	21.8	13	5.0	-0.5	12	10.6	10.6	0.0
Pehuajó	Buenos Aires	15.7	23.5	14	3.8	-2.5	12	9.8	9.7	0.1
Pigüé	Buenos Aires	13.5	18.7	13	2.9	-1.8	12	8.2	8.0	0.2
San Pedro	Buenos Aires	17.5	23.6	15	5.6	-1.3	12	11.6	12.2	-0.6
Tandil	Buenos Aires	13.8	17.8	13	2.1	-3.1	20	8.0	8.1	-0.1
Tres Arroyos	Buenos Aires	13.5	20.5	14	4.1	-1.5	20	8.8	8.7	0.1
Laboulaye	Córdoba	17.7	24.7	13	4.2	-2.2	12	11.0	10.0	1.0
Marcos Juárez	Córdoba	19.1	26.0	15	3.4	-2.5	12	11.3	11.1	0.2
Pilar	Córdoba	19.7	26.1	14	5.8	-0.3	12	12.7	11.8	0.9
Río Cuarto	Córdoba	18.6	24.8	14	4.4	0.7	12	11.5	11.0	0.5
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	18.4	25.0	15	6.1	-0.2	12	12.2	13.7	-1.4
Concordia	Entre Ríos	19.3	24.7	15	7.9	1.0	12	13.6	14.1	-0.5
Gualedaychú	Entre Ríos	17.2	23.3	15	6.8	0.0	12	12.0	12.8	-0.8
Paraná	Entre Ríos	19.0	25.9	15	8.0	3.0	12	13.5	13.2	0.3
General Pico	La Pampa	16.3	24.5	14	4.0	-0.7	12	10.2	10.2	0.0
Santa Rosa	La Pampa	15.9	24.5	13	4.2	1.0	12	10.0	9.4	0.6
Ceres	Santa Fe	21.9	29.5	15	6.5	-0.7	11	14.2	14.0	0.2
Reconquista	Santa Fe	22.0	30.2	15	8.4	2.6	12	15.2	15.5	-0.3
Rosario	Santa Fe	18.4	24.9	15	5.3	-1.8	12	11.9	12.1	-0.2

2.3 TERCERA DÉCADA

Como consecuencia del dominio de un sistema de alta presión en una extensa región del país, las temperaturas han sido anómalamente frías para esta época del año en el centro y norte del territorio, extendiéndose hasta el norte de la Patagonia en el caso de las temperaturas mínimas. Los mayores desvíos negativos respecto al promedio 1991-2020 se registraron en la temperatura máxima, del orden de 5°C a 7°C.

Con respecto a las temperaturas registradas a la intemperie, en la zona Núcleo y en el sur de Buenos Aires se observaron temperaturas mínimas a 5 cm del suelo inferiores a 0°C por más de 5 días.

DÉCADA 3 AGOSTO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	13.7	20.1	29	0.9	-2.5	24	7.3	9.7	-2.4
Bahia Blanca	Buenos Aires	14.4	20.1	28	1.5	-1.4	25	8.0	10.8	-2.8
Balcarce	Buenos Aires	12.9	19.0	27	3.1	-1.4	26	8.0	10.6	-2.6
Bolívar	Buenos Aires	14.4	20.6	29	2.2	-2.5	23	8.3	10.9	-2.6
Bordenave	Buenos Aires	15.1	20.4	29	2.7	-3.5	23	8.9	10.5	-1.7
Castelar	Buenos Aires	15.1	20.9	27	4.8	-0.8	26	9.9	13.4	-3.5
Coronel Suarez	Buenos Aires	14.1	19.9	29	0.0	-4.1	25	7.0	9.2	-2.2
Ezeiza	Buenos Aires	14.1	18.7	27	4.3	-1.5	26	9.2	13.0	-3.8
Junín	Buenos Aires	14.9	20.9	27	3.3	-3.3	25	9.1	12.1	-3.0
La Plata	Buenos Aires	13.9	17.7	29	4.0	-1.1	26	9.0	12.0	-3.0
Las Flores	Buenos Aires	13.8	19.0	27	4.0	0.0	25	8.9	11.3	-2.4
Mar Del Plata	Buenos Aires	12.0	19.0	27	3.4	-1.0	26	7.7	9.8	-2.1
Nueve de Julio	Buenos Aires	15.0	20.9	27	4.1	-0.2	23	9.5	12.0	-2.5
Pehuajó	Buenos Aires	15.0	21.3	27	3.4	-2.7	25	9.2	11.4	-2.2
Pigüé	Buenos Aires	13.6	19.5	29	2.2	-1.7	23	8.0	9.5	-1.5
San Pedro	Buenos Aires	15.7	21.7	29	4.7	-0.6	25	10.2	13.5	-3.3
Tandil	Buenos Aires	13.3	19.7	29	1.3	-3.6	26	7.3	9.3	-2.0
Tres Arroyos	Buenos Aires	13.7	19.5	28	1.4	-2.0	23	7.6	9.9	-2.3
Laboulaye	Córdoba	16.0	23.5	29	2.7	-2.8	26	9.4	11.6	-2.2
Marcos Juárez	Córdoba	15.9	23.4	29	2.9	-4.7	23	9.4	12.8	-3.4
Pilar	Córdoba	16.7	22.8	29	3.7	-1.4	25	10.2	13.5	-3.3
Río Cuarto	Córdoba	16.5	23.2	29	3.3	-2.4	25	9.9	12.6	-2.7
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	16.9	22.3	28	5.6	-1.1	26	11.3	14.4	-3.2
Concordia	Entre Ríos	17.6	22.8	28	7.9	3.0	24	12.7	15.2	-2.5
Gualedaychú	Entre Ríos	16.0	21.0	28	5.9	1.0	23	11.0	14.0	-3.0
Paraná	Entre Ríos	16.2	23.0	28	6.1	1.7	23	11.1	14.6	-3.5
General Pico	La Pampa	15.8	21.6	29	3.1	-1.6	23	9.5	12.0	-2.5
Santa Rosa	La Pampa	15.8	21.6	29	2.2	-1.2	23	9.0	11.2	-2.2
Ceres	Santa Fe	18.3	24.6	28	5.6	1.3	25	12.0	15.4	-3.4
Reconquista	Santa Fe	18.6	25.1	28	7.5	1.8	25	13.1	16.9	-3.8
Rosario	Santa Fe	16.3	22.3	28	5.0	-1.2	23	10.7	13.7	-3.0

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

MED: valor medio

ABS: valor absoluto

DÍA: fecha en que se registró el valor absoluto

SD: sin datos

PRO: valor promedio del período 1991-2020

DN: desvío del promedio

2.4 HELADAS

PRIMERA HELADA HASTA EL 15 DE JULIO DE 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2024	FMPH	Primera helada 2024	FMPH	Primera helada 2023
Azul	Buenos Aires	11/04	25/03	03/05	29/04	11/04
Bahia Blanca	Buenos Aires	24/04	13/04	14/05	11/05	X
Balcarce	Buenos Aires	28/04	03/05	26/05	05/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	03/05	09/04	13/05	17/05	X
Bordenave	Buenos Aires	21/03	19/03	03/05	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	03/05	03/05	25/05	04/06	SD
Coronel Suarez	Buenos Aires	24/04	18/03	03/05	24/04	X
Ezeiza	Buenos Aires	03/05	06/05	25/05	08/06	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	10/04	SD	09/05	SD
Junín	Buenos Aires	28/04	25/04	14/05	21/05	24/04
La Plata	Buenos Aires	03/05	11/05	19/05	11/06	X
Las Flores	Buenos Aires	13/05	15/04	25/05	17/05	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	28/04	16/04	03/05	22/05	28/04
Nueve de Julio	Buenos Aires	03/05	08/05	14/05	05/06	X
Pehuajó	Buenos Aires	03/05	25/04	14/05	23/05	X
Pigüé	Buenos Aires	24/04	26/03	03/05	27/04	24/04
San Pedro	Buenos Aires	17/06	04/05	29/06	10/06	SD
Tandil	Buenos Aires	22/03	08/03	03/05	30/04	28/04
Tres Arroyos	Buenos Aires	02/05	20/04	03/05	21/05	X
Laboulaye	Córdoba	03/05	01/05	09/05	27/05	X
Manfredi	Córdoba	03/05	13/04	09/05	07/05	SD
Marcos Juárez	Córdoba	03/05	30/04	09/05	27/05	X
Pilar	Córdoba	09/05	07/05	14/05	03/06	14/05
Río Cuarto	Córdoba	09/05	10/05	26/05	05/06	X
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	03/05	18/05	26/05	15/06	SD
Concordia	Entre Ríos	15/05	21/05	30/06	14/06	X
Gualedaychú	Entre Ríos	15/05	14/05	26/05	11/06	X
Paraná	Entre Ríos	25/05	11/06	09/07	27/06	X
Anguil	La Pampa	21/03	27/03	03/05	24/04	SD
General Pico	La Pampa	24/04	23/04	14/05	17/05	X
Santa Rosa	La Pampa	24/04	14/04	03/05	11/05	X
Ceres	Santa Fe	15/05	22/05	26/05	17/06	X
Rafaela	Santa Fe	09/05	06/05	27/05	05/06	SD
Reconquista	Santa Fe	25/05	12/06	09/07	27/06	X
Rosario	Santa Fe	03/05	07/05	15/05	02/06	X

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de primera helada

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

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

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

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

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

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

ÚLTIMA HELADA AGOSTO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Última helada 2024	FMUH	Última helada 2024	FMUH	Última helada 2024
Azul	Buenos Aires	29/08	14/11	27/08	05/10	28/08
Bahia Blanca	Buenos Aires	31/08	03/11	25/08	29/09	31/08
Balcarce	Buenos Aires	30/08	26/10	26/08	14/09	SD
Bolívar	Buenos Aires	28/08	19/10	25/08	16/09	-
Bordenave	Buenos Aires	27/08	07/11	25/08	05/10	SD
Castelar	Buenos Aires	27/08	30/09	26/08	25/08	SD
Coronel Suárez	Buenos Aires	31/08	23/11	27/08	18/10	-
Ezeiza	Buenos Aires	27/08	26/09	26/08	30/08	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	08/11	SD	30/09	SD
Junín	Buenos Aires	28/08	02/10	25/08	09/09	27/08
La Plata	Buenos Aires	28/08	06/10	26/08	25/08	-
Las Flores	Buenos Aires	26/08	20/10	25/08	14/09	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	30/08	10/11	30/08	05/10	30/08
Nueve de Julio	Buenos Aires	26/08	21/09	23/08	28/08	X
Pehuajó	Buenos Aires	26/08	04/10	25/08	14/09	X
Pigüé	Buenos Aires	31/08	12/11	25/08	13/10	27/08
San Pedro	Buenos Aires	28/08	23/09	25/08	30/08	SD
Tandil	Buenos Aires	29/08	25/11	27/08	18/10	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	31/08	26/10	30/08	25/09	X
Laboulaye	Córdoba	28/08	02/10	26/08	08/09	28/08
Manfredi	Córdoba	SD	13/10	SD	24/09	SD
Marcos Juárez	Córdoba	28/08	30/09	26/08	07/09	-
Pilar	Córdoba	28/08	17/09	25/08	29/08	28/08
Río Cuarto	Córdoba	27/08	20/09	26/08	30/08	X
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	28/08	29/09	27/08	20/08	SD
Concordia	Entre Ríos	25/08	14/09	-	14/08	27/08
Gualeguaychú	Entre Ríos	27/08	21/09	12/08	22/08	X
Paraná	Entre Ríos	26/08	02/09	-	03/08	X
Anguil	La Pampa	SD	31/10	SD	03/10	SD
General Pico	La Pampa	29/08	11/10	25/08	12/09	X
Santa Rosa	La Pampa	27/08	18/10	25/08	20/09	27/08
Ceres	Santa Fe	27/08	14/09	11/08	23/08	27/08
Rafaela	Santa Fe	SD	19/09	SD	30/08	SD
Reconquista	Santa Fe	25/08	28/08	-	08/08	X
Rosario	Santa Fe	25/08	24/09	25/08	29/08	X

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de última helada

Última helada 2024: 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

AGOSTO 2024

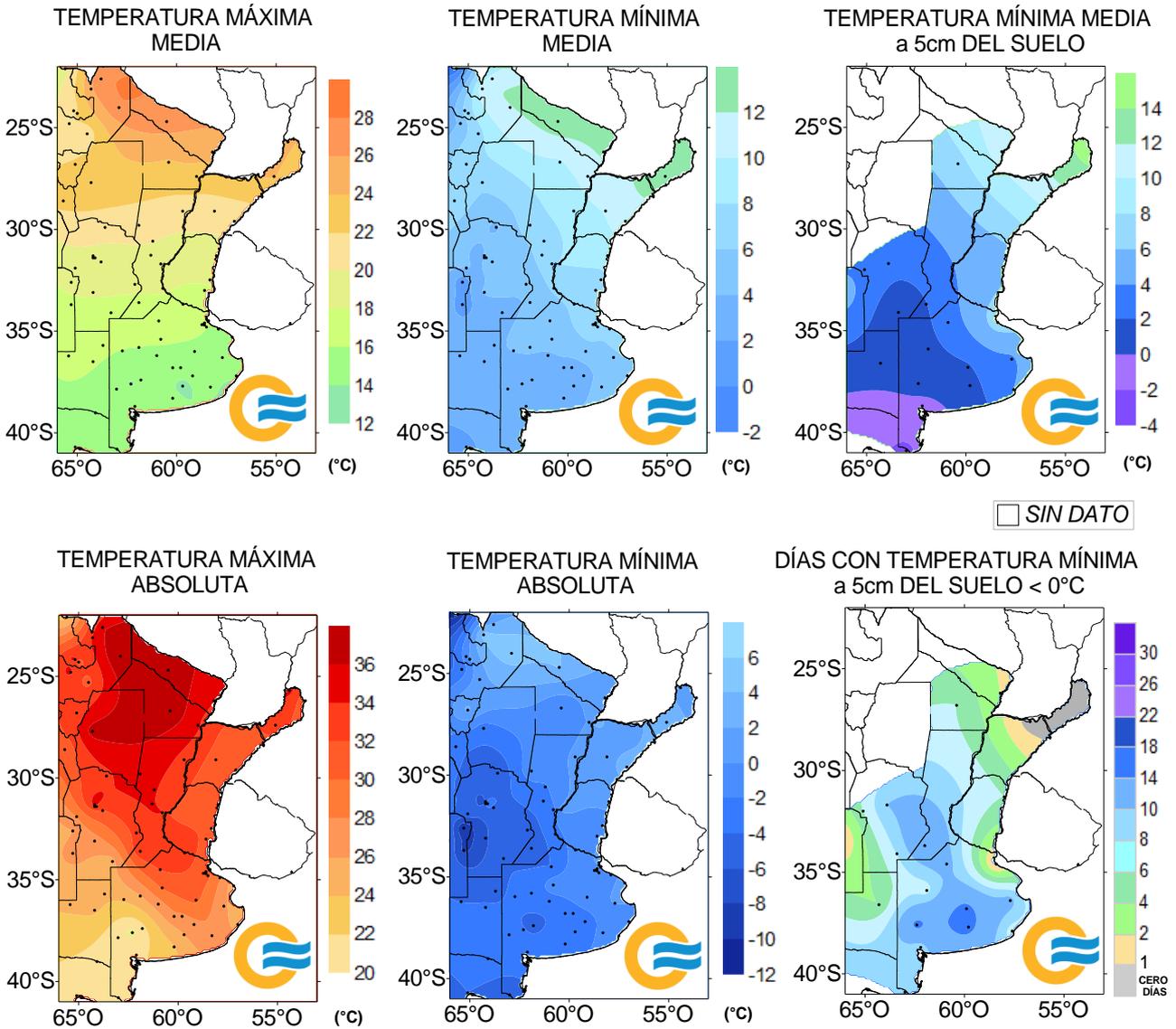
ESTACIONES METEOROLÓGICAS		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de mayo				Días con Tmín<2°C
		BASE 5		BASE 10		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	120.7	445.7	29.3	95.9	15
Bahia Blanca	Buenos Aires	136.0	490.9	35.5	114.7	11
Balcarce	Buenos Aires	146.2	561.8	36.8	139.1	6
Bolívar	Buenos Aires	142.1	506.3	36.4	114.9	11
Bordenave	Buenos Aires	138.2	454.9	30.1	82.7	8
Castelar	Buenos Aires	212.3	792.8	77.9	300.0	6
Coronel Suarez	Buenos Aires	98.5	369.5	19.2	61.8	20
Ezeiza	Buenos Aires	194.4	740.7	66.9	269.5	7
Junín	Buenos Aires	176.7	675.1	54.3	214.6	8
La Plata	Buenos Aires	179.6	668.8	52.0	208.6	5
Las Flores	Buenos Aires	171.8	627.9	52.8	184.2	6
Mar Del Plata	Buenos Aires	134.3	500.9	23.6	101.3	6
Nueve de Julio	Buenos Aires	182.2	655.2	57.5	195.9	6
Pehuajó	Buenos Aires	164.7	588.2	47.6	157.1	5
Pigüé	Buenos Aires	112.8	399.5	20.2	66.6	14
San Pedro	Buenos Aires	213.8	632.0	78.5	262.8	6
Tandil	Buenos Aires	115.0	405.4	25.2	79.7	14
Tres Arroyos	Buenos Aires	130.6	521.0	28.8	122.1	9
Laboulaye	Córdoba	173.1	644.4	47.6	180.1	12
Manfredi	Córdoba	SD	374.3	SD	133.5	SD
Marcos Juárez	Córdoba	196.9	762.0	72.4	285.2	11
Pilar	Córdoba	216.7	791.4	77.5	276.4	7
Río Cuarto	Córdoba	193.5	740.5	64.1	240.4	8
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	244.6	945.0	102.5	426.0	8
Concordia	Entre Ríos	286.4	1124.0	136.8	558.5	3
Gualedaychú	Entre Ríos	235.1	908.9	98.1	395.4	6
Paraná	Entre Ríos	253.7	992.7	110.1	438.7	3
Anguil	La Pampa	SD	112.0	SD	14.8	SD
General Pico	La Pampa	162.4	571.9	45.9	140.0	8
Santa Rosa	La Pampa	153.8	512.2	40.3	104.1	8
Ceres	Santa Fe	278.4	1109.8	130.1	542.8	8
Rafaela	Santa Fe	SD	576.1	SD	288.9	SD
Reconquista	Santa Fe	311.4	1290.8	159.1	717.7	3
Rosario	Santa Fe	227.0	852.2	90.8	350.9	5

MES: grados día acumulados en el mes
 Base 5: temperatura base 5°C
 TMin: temperatura mínima (°C)
 San Pedro: datos faltantes en mayo 2024
 Rafaela y Manfredi: datos faltantes en julio y agosto 2024

Acum: grados día acumulados a partir del 01/05
 Base 10: temperatura base 10°C
 SD: sin datos en agosto 2024
 Anguil: datos faltantes en junio, julio y agosto 2024

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

AGOSTO 2024



3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

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

3.1 PRIMERA DÉCADA

En el comienzo del mes un frente frío se desplazó por la región patagónica y la región centro-este del territorio en dirección al noreste del país. Este frente dejó a su paso precipitaciones de variada intensidad y luego quedó estacionado en el norte de la región del Litoral.

A partir del día 6/8, un centro de baja presión se desplazó desde el sur de la provincia de Buenos Aires hacia el Río de la Plata, Uruguay y sur de Brasil, con un frente frío y un frente cálido asociados, dejando lluvias intensas, vientos fuertes y un posterior descenso de las temperaturas.

Los principales desvíos positivos de precipitación se registraron en el sur de Santa Cruz (Río Gallegos 51.3 mm y El Calafate 28 mm), en el sudeste de Chubut (Comodoro Rivadavia 37.6 mm), en el este y sudeste de la provincia de Buenos Aires (Dolores 67.2 mm, Mar del Plata 56 mm, Las Flores 50 mm, Tres Arroyos 48.5 mm, Villa Gesell 43 mm y Bahía Blanca 40 mm) y en el extremo noreste del país (Posadas 83 mm, Ituzaingó 80 mm, Corrientes 65 mm, Resistencia 49 mm y Formosa 42 mm).

Las precipitaciones registradas favorecieron a aumentar la cantidad de humedad almacenada en el perfil edáfico en el este y sudeste de la provincia de Buenos Aires y en el norte de la región del Litoral, dejando al suelo en buenas condiciones hídricas o con excesos leves, según el modelo de balance hidrológico analizado. En el oeste de la región Pampeana se observó un descenso de la humedad almacenada en el perfil, acentuando las condiciones de sequía.

DÉCADA 1 AGOSTO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	18.6	1.9	1	16.0	7
Bahia Blanca	Buenos Aires	40.0	28.0	3	35.0	7
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-18.2	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	30.0	16.3	2	19.0	7
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-10.1	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	25.4	8.6	3	18.6	2
Coronel Suarez	Buenos Aires	15.9	6.0	1	14.0	7
Ezeiza	Buenos Aires	30.0	14.7	3	24.0	2
Junín	Buenos Aires	21.0	5.3	3	12.0	2
La Plata	Buenos Aires	25.2	6.2	3	17.0	2
Las Flores	Buenos Aires	50.0	30.4	4	31.0	2
Mar Del Plata	Buenos Aires	56.0	37.5	4	26.0	2
Nueve de Julio	Buenos Aires	17.5	2.7	3	8.0	7
Pehuajó	Buenos Aires	14.0	4.6	2	10.0	7
Pigüé	Buenos Aires	17.1	6.3	2	10.0	7
San Pedro	Buenos Aires	3.8	-4.0	2	2.0	8
Tandil	Buenos Aires	23.5	7.8	4	8.0	6
Tres Arroyos	Buenos Aires	48.5	37.4	2	42.0	7
Laboulaye	Córdoba	0.0	-4.5	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	20.1	10.9	1	20.0	2
Pilar	Córdoba	0.0	-3.0	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.1	-3.3	0	-	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	4.1	-7.7	1	2.8	2
Concordia	Entre Ríos	46.4	24.4	2	30.0	6
Galeguaychú	Entre Ríos	29.0	13.1	4	9.0	3
Paraná	Entre Ríos	1.5	-9.5	0	-	-
General Pico	La Pampa	4.0	-2.4	1	4.0	7
Santa Rosa	La Pampa	12.0	3.6	2	9.0	7
Ceres	Santa Fe	2.0	-2.4	1	2.0	6
Reconquista	Santa Fe	5.0	-1.7	1	5.0	6
Rosario	Santa Fe	15.0	3.2	1	15.0	2

3.2 SEGUNDA DÉCADA

Excepto en algunas estaciones puntuales del sur de Mendoza y el este de Río Negro, las precipitaciones acumuladas en la década no superaron los 10 mm, lo que representa anomalías negativas en casi toda la región oriental, donde se realiza producción de secano. En esta década no se observaron recargas en el perfil del suelo y las zonas con buenos contenidos de humedad edáfica siguen restringidos al extremo norte del Litoral, donde también se dieron los máximos secamientos; el centro y este de Buenos Aires; la región cordillerana del Comahue y una porción reducida del sur patagónico.

DÉCADA 2 AGOSTO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	12.0	-12.3	1	12.0	20
Bahia Blanca	Buenos Aires	6.0	-0.6	1	5.0	20
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-19.6	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	4.0	-8.9	1	4.0	20
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-8.0	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	1.2	-16.3	1	1.2	20
Coronel Suarez	Buenos Aires	10.0	0.7	1	10.0	20
Ezeiza	Buenos Aires	12.0	-7.6	1	12.0	20
Junín	Buenos Aires	4.3	-4.6	1	4.0	20
La Plata	Buenos Aires	12.2	-7.4	1	12.0	20
Las Flores	Buenos Aires	2.0	-13.1	1	2.0	20
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.5	-19.7	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	9.0	-2.5	1	9.0	20
Pehuajó	Buenos Aires	3.3	-4.4	1	3.0	20
Pigüé	Buenos Aires	13.0	4.1	1	13.0	20
San Pedro	Buenos Aires	4.3	-12.6	1	4.3	20
Tandil	Buenos Aires	5.0	-14.9	1	5.0	20
Tres Arroyos	Buenos Aires	2.0	-13.1	1	2.0	11
Laboulaye	Córdoba	2.0	-2.4	1	2.0	20
Marcos Juárez	Córdoba	0.6	-4.6	0	-	-
Pilar	Córdoba	3.6	1.7	1	3.0	19
Río Cuarto	Córdoba	1.1	-1.0	0	-	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	7.3	-10.6	1	7.3	20
Concordia	Entre Ríos	13.0	-14.9	1	13.0	20
Gualeduaychú	Entre Ríos	7.3	-14.7	1	6.0	20
Paraná	Entre Ríos	5.0	-9.0	1	5.0	20
General Pico	La Pampa	0.9	-3.5	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	7.0	-0.4	1	7.0	20
Ceres	Santa Fe	2.1	-0.3	1	2.0	20
Reconquista	Santa Fe	3.0	-15.0	1	3.0	20
Rosario	Santa Fe	1.0	-11.4	0	-	-

3.3 TERCERA DÉCADA

En el inicio de la tercera década de agosto, el avance de un sistema frontal frío por el Litoral produjo lluvias y tormentas en la región, con importante caída de agua en solo 24 horas. Las precipitaciones de mayor volumen registradas el día 21/8 fueron: 94 mm en Corrientes, 87 mm en Paso de los Libres, 71 mm en Mercedes y 62 mm en Resistencia; mientras que el 22/8 fueron: 72 mm en Bernardo de Irigoyen y 70 mm en Iguazú.

Las lluvias acaecidas en Corrientes y Resistencia fueron récords para agosto, superando a los récords previos de 72.2 mm (28/8/1987) y 62.2 mm (4/8/2003) respectivamente.

Los días posteriores predominó un sistema de alta presión en sobre una extensa zona del país, generando condiciones de buen tiempo y bajas temperaturas.

A finales de la década volvieron a producirse precipitaciones importantes, por un lado el día 29/8 se observaron 22 mm de lluvia en Mendoza Observatorio y 19 mm en Mendoza Aero, ambas fueron récord para agosto, superando al récord anterior de 19 mm (18/8/2022) y 18.1 mm (30/8/2005) respectivamente; por otro lado, la formación de un sistema de baja presión sobre el Litoral, ocasionó precipitaciones en esa zona y en Buenos Aires, las más abundantes registradas el día 30/8 fueron: 84 mm en Aeroparque, 84 mm en Observatorio Buenos Aires, 74 mm en San Fernando, 67 mm en El Palomar, 55 mm en Morón, 46 mm en La Plata y 43 mm en Ezeiza.

La precipitación acumulada total de la década superó los 30 mm en el noreste del país y en el norte de Buenos Aires, siendo superior a la normal 1991-2020 en estas zonas.

Se produjo un aumento en el contenido de humedad en el suelo en Misiones y en el noreste de Buenos Aires, registrándose excesos hídricos. El este de la zona productiva de cultivos de secano se encuentra con buenas condiciones hídricas edáficas, según este modelo de balance hídrico analizado.

DÉCADA 3 AGOSTO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	28.0	9.9	3	18.0	31
Bahia Blanca	Buenos Aires	5.0	-8.1	1	5.0	21
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-23.4	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	38.8	24.1	3	20.0	31
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-11.5	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	84.0	60.7	3	64.0	30
Coronel Suarez	Buenos Aires	4.0	-12.0	1	4.0	21
Ezeiza	Buenos Aires	59.3	34.9	2	43.0	30
Junín	Buenos Aires	47.1	30.9	3	35.0	30
La Plata	Buenos Aires	74.0	46.6	3	46.0	30
Las Flores	Buenos Aires	47.0	25.4	3	21.0	31
Mar Del Plata	Buenos Aires	23.8	-1.0	3	14.0	21
Nueve de Julio	Buenos Aires	36.1	22.5	2	30.0	30
Pehuajó	Buenos Aires	19.6	4.7	2	14.0	30
Pigüé	Buenos Aires	13.0	-1.7	2	9.0	23
San Pedro	Buenos Aires	48.9	37.1	2	43.3	30
Tandil	Buenos Aires	16.8	-3.8	2	10.0	31
Tres Arroyos	Buenos Aires	7.4	-12.7	1	7.0	21
Laboulaye	Córdoba	6.4	-2.1	1	5.0	30
Marcos Juárez	Córdoba	10.0	2.8	1	10.0	30
Pilar	Córdoba	0.0	-3.2	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	1.2	-4.4	0	-	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	10.6	-10.4	4	4.3	30
Concordia	Entre Ríos	23.0	-1.9	3	17.0	21
Galeguaychú	Entre Ríos	21.0	-1.7	5	10.0	30
Paraná	Entre Ríos	4.6	-9.2	1	4.0	30
General Pico	La Pampa	9.0	-4.0	2	7.0	30
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-11.1	0	-	-
Ceres	Santa Fe	0.3	-4.9	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	2.0	-9.5	1	2.0	21
Rosario	Santa Fe	24.3	13.2	1	24.0	30

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

PD: precipitación (mm) total de la década

DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1991-2020

MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas

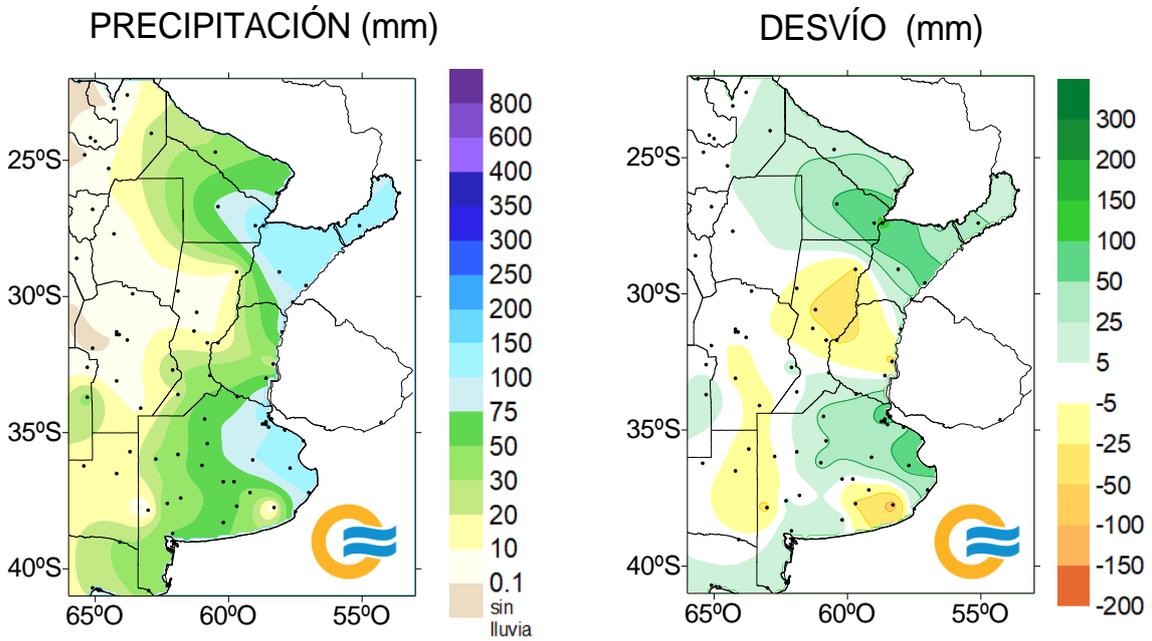
DLLu: días con precipitación > 1 mm

DN: desvío del promedio

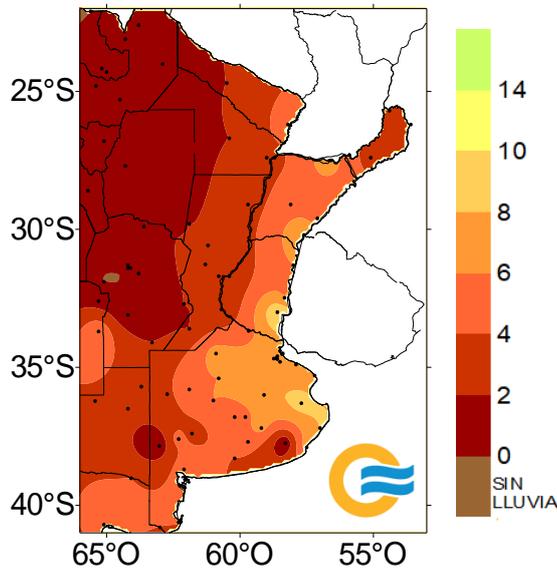
DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

AGOSTO 2024

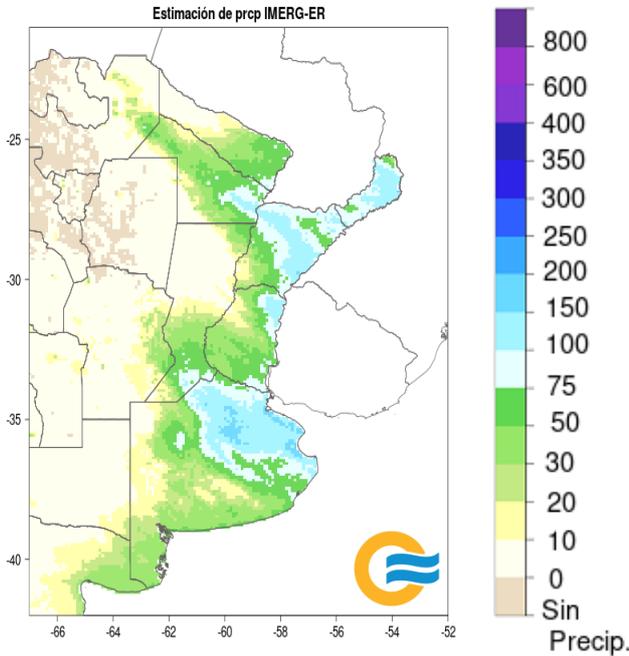


DÍAS CON PRECIPITACIÓN

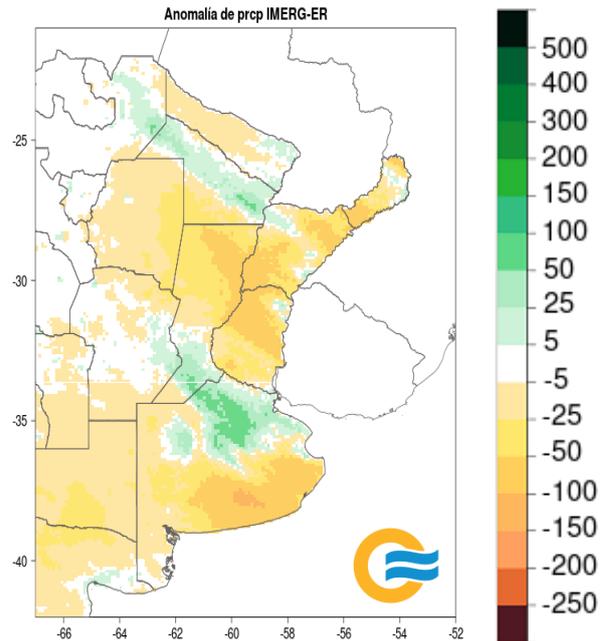


PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER AGOSTO 2024

PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)



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



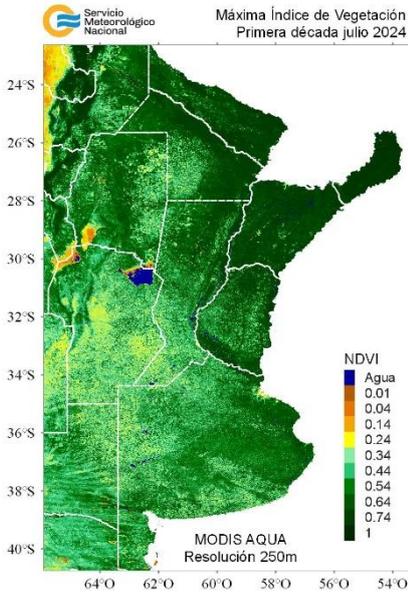
4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

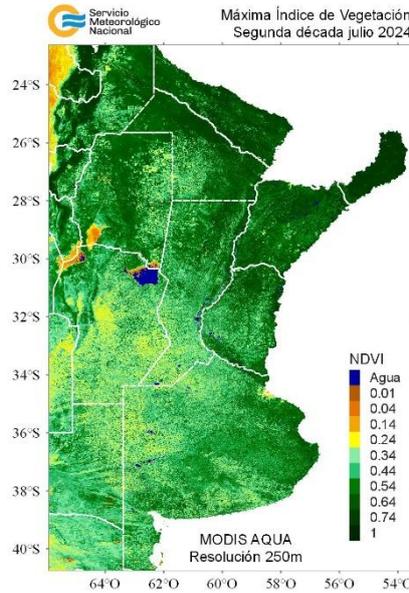
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de julio y agosto de 2024. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se nota un aumento de la actividad fotosintética, en parte asociado a los cultivos de invierno que se encuentran en etapa reproductiva y al inicio de la siembra de los cultivos de verano.

JULIO 2024

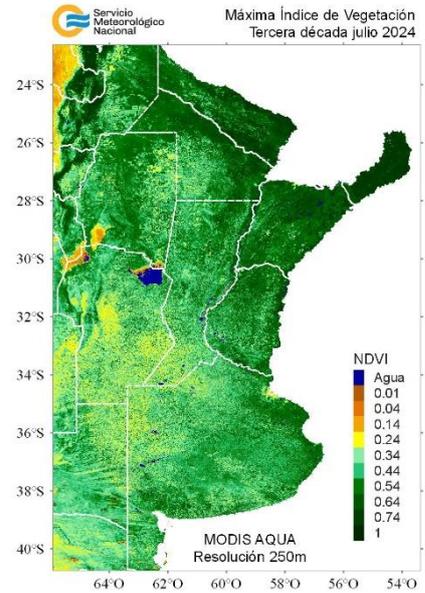
DÉCADA 1



DÉCADA 2

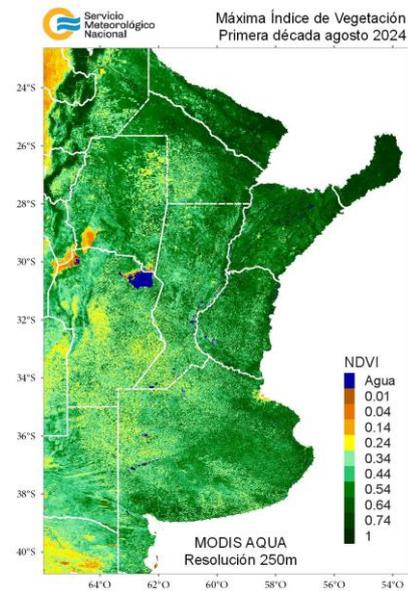


DÉCADA 3

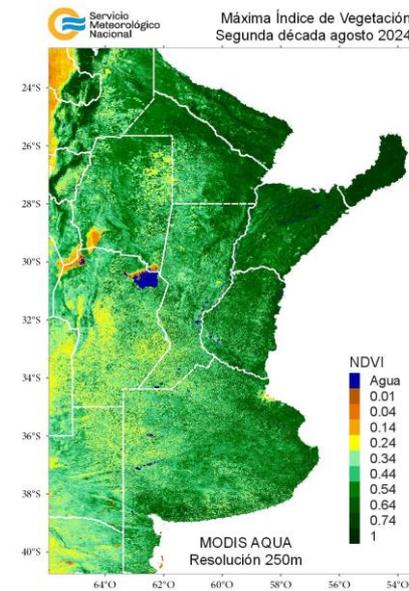


AGOSTO 2024

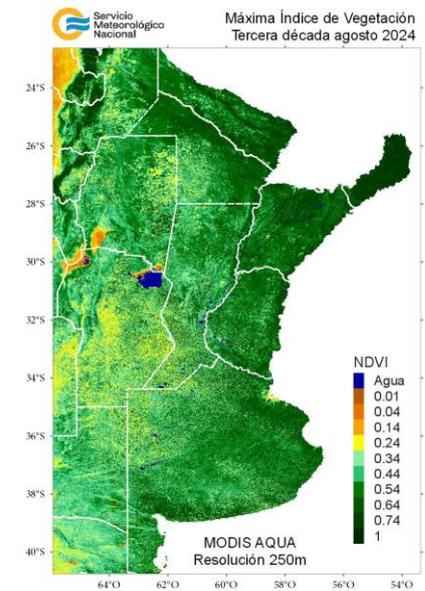
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3

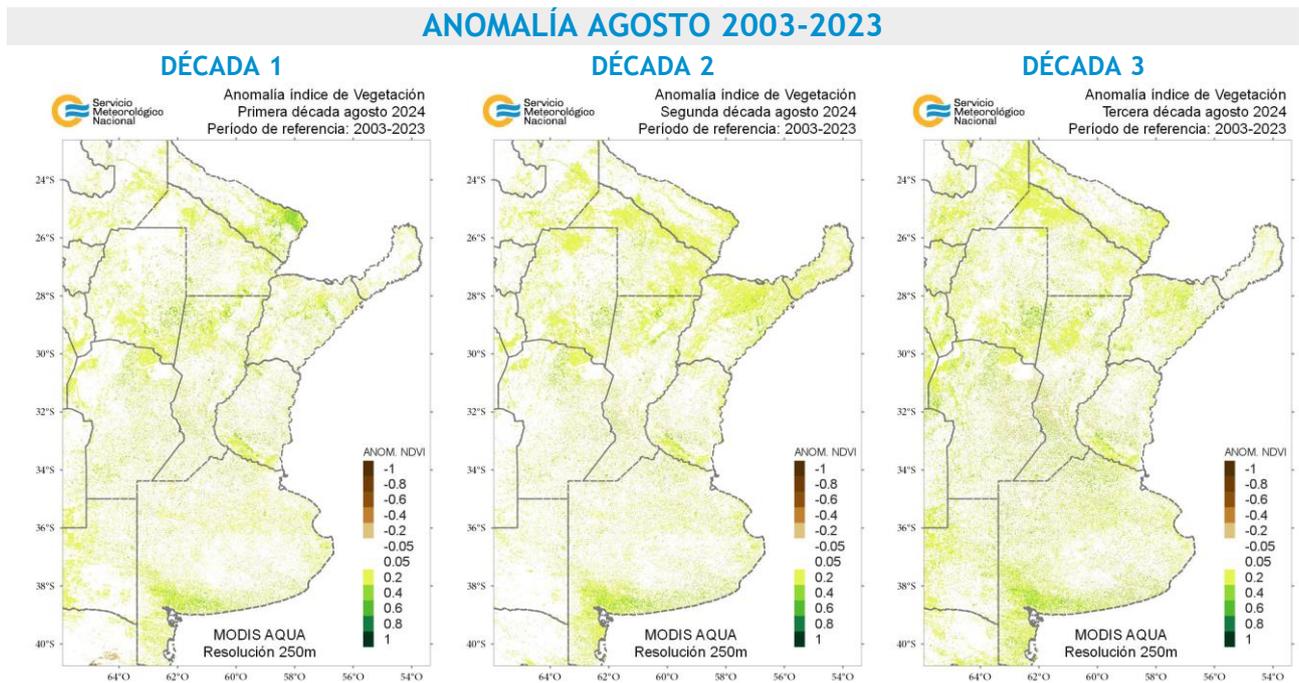
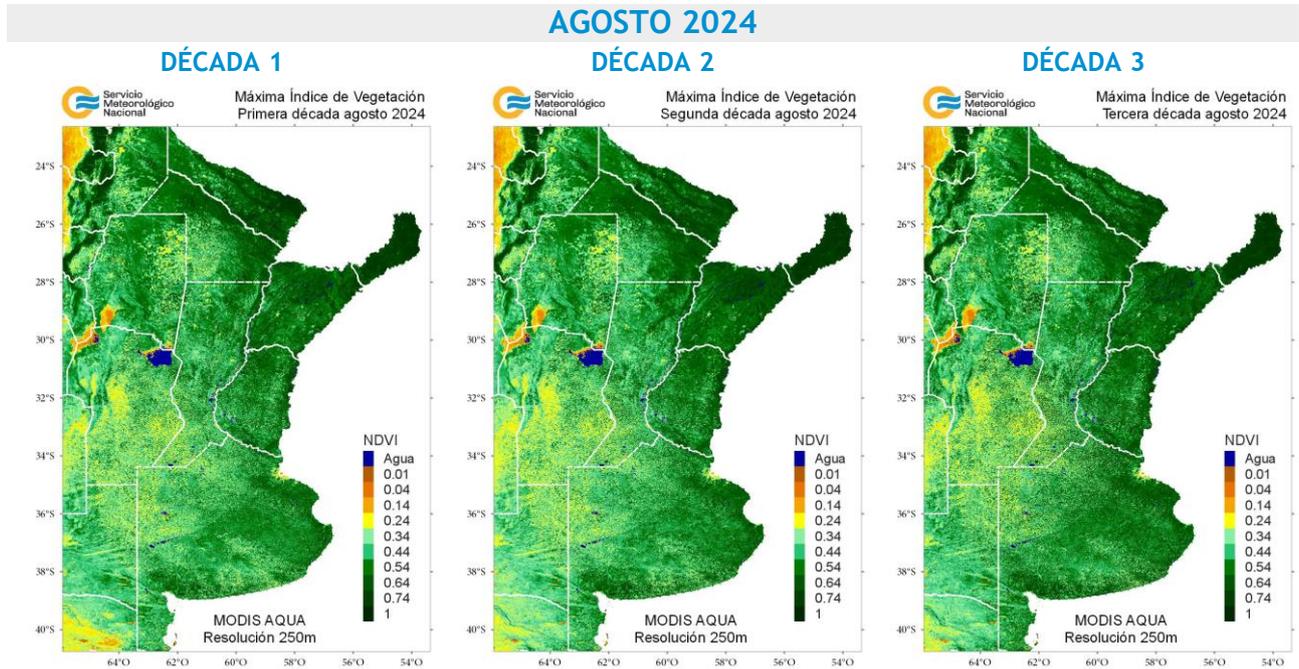


4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

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

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

En la mayoría de la zona de cultivos de secano la anomalía es positiva respecto a los 20 años previos.



4.3. HUMEDAD DEL SUELO

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

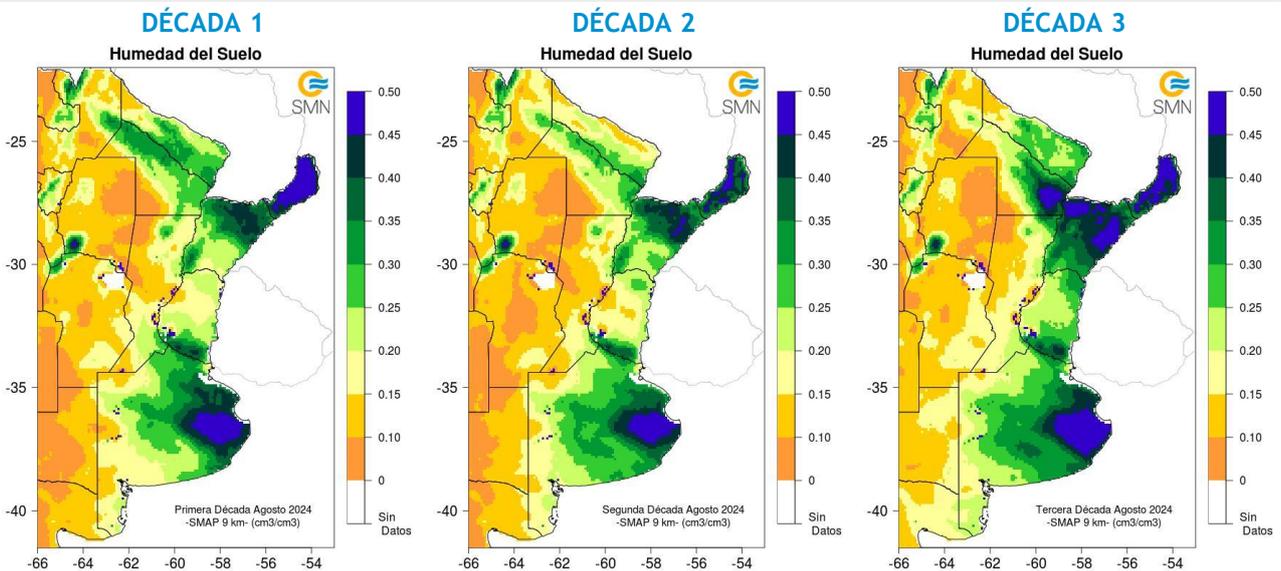
Los valores de la estimación son una representación de la humedad volumétrica del suelo (m³/m³), es decir, la relación entre el volumen de agua y el volumen total del suelo (considerando la fase sólida, líquida y gaseosa presente en el suelo).

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.

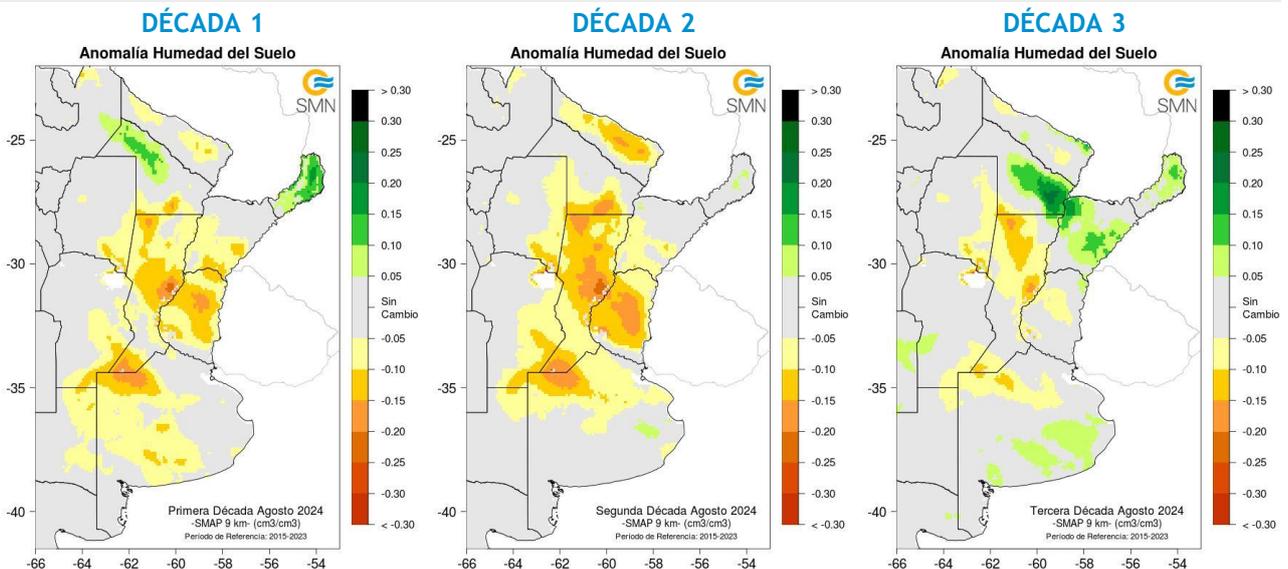
Como consecuencia de las precipitaciones ocurridas a lo largo del mes en el este de la zona productora de cultivos de secano, los suelos se encuentran con buena humedad, aunque se registran excesos en Misiones y en el este de Buenos Aires.

En la mayor parte de la región Pampeana el contenido de agua edáfico es menor al promedio 2015-2023.

AGOSTO 2024 HUMEDAD DEL SUELO



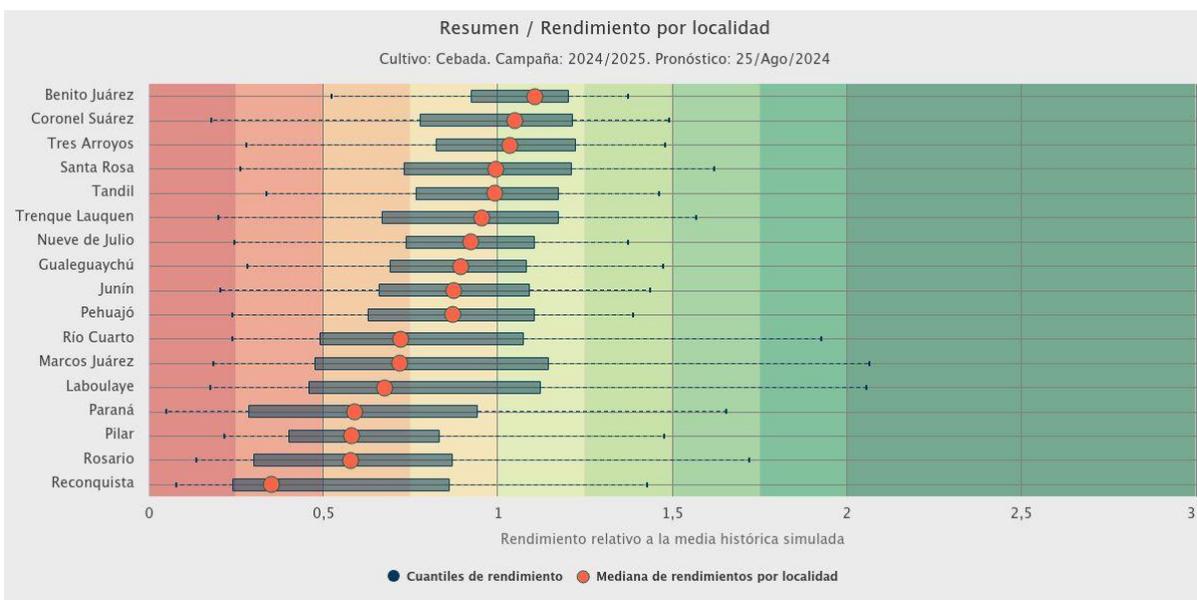
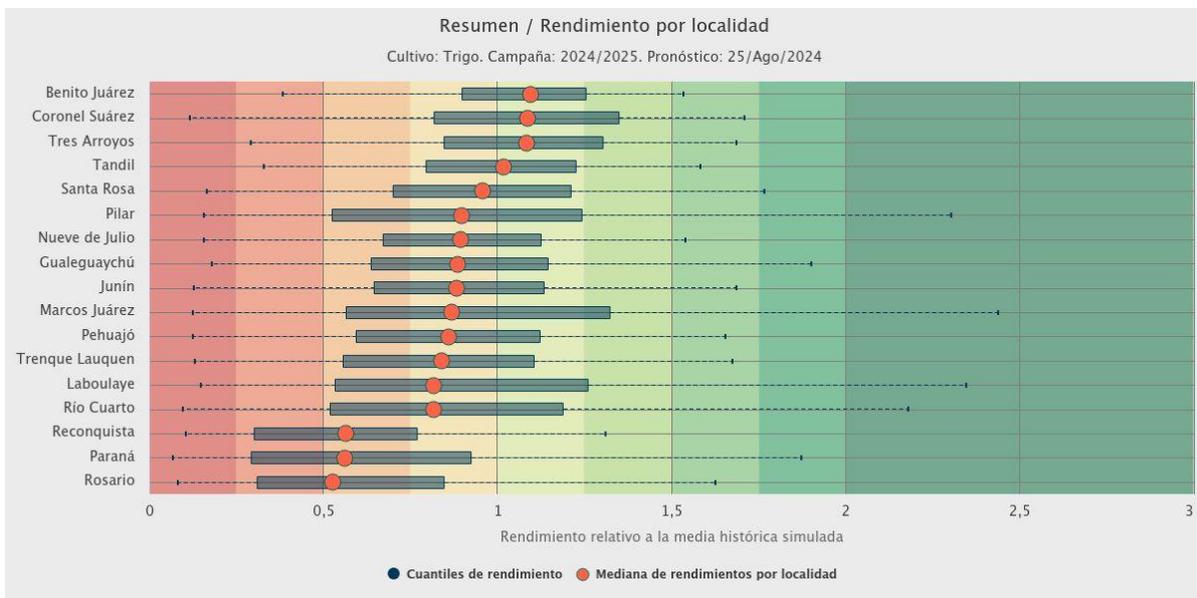
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



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 trigo y cebada. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 25/08/2024 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gob.ar/>).

En las figuras a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para el trigo y la cebada en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Ambos cultivos presentan las mejores perspectivas de rindes en las localidades ubicadas en la región IV, favorecidos por las precipitaciones acaecidas. Se observan mermas de rendimientos potenciales a medida que nos desplazamos hacia el oeste de la región Pampeana, debido a la escasez de reservas hídricas.



DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

TEMPERATURA

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

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

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

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

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

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

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

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

GRADOS DIAS

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

GD: Temperatura media diaria - Temperatura base

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

PRECIPITACIONES

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

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

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

PRECIPITACIÓN ESTIMADA IMERG_ER

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

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

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

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

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

Más información:

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

NDVI (índice de vegetación normalizado)

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

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

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

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

HUMEDAD DEL SUELO

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

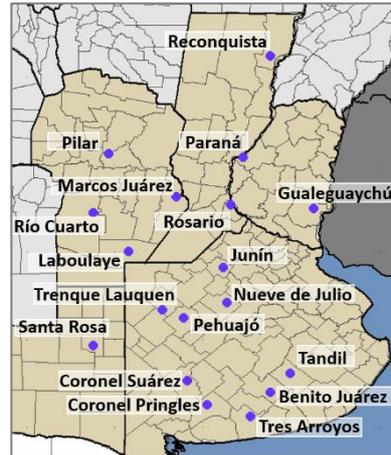
La resolución temporal del satélite es de 3 días, por lo que se obtiene un mapa integrado para la región Argentina con dicha frecuencia, tanto para las pasadas descendentes (6 am – hora local), como las ascendentes (6 pm – hora local). De esta forma, si los datos son óptimos se consideran, para el promedio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

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

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

PRORINDES

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



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

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

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

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

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

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

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

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

¹ Dirección de Servicios Sectoriales. Dirección Nacional de Pronóstico y Servicios para la Sociedad. Servicio Meteorológico Nacional. ² Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. FCEyN-UBA. CONICET.

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

Introducción

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

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

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

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

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

Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

1. Aspectos técnicos y operativos del sistema ProRindeS

1.1 Principales componentes del sistema ProRindeS

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

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

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

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

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



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

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

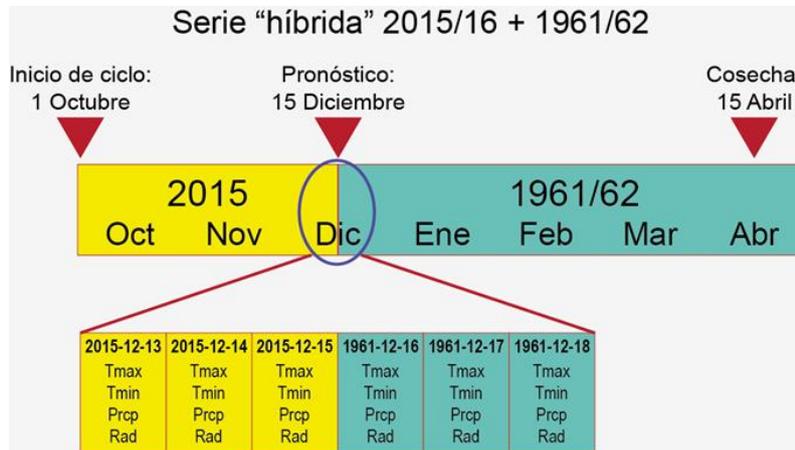


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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

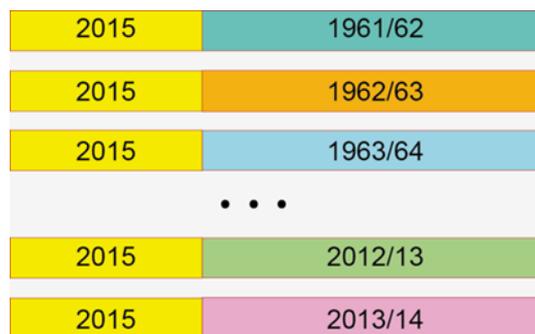


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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

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

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

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

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

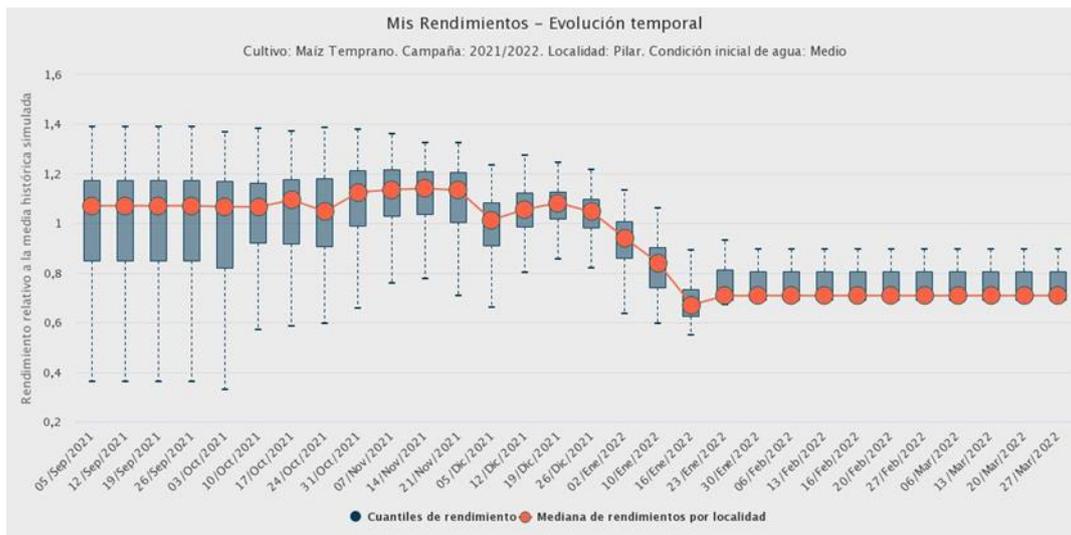


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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

1.2 Validaciones y limitaciones

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

Los modelos de simulación utilizados por ProRindeS (los modelos CERES y CROPGRO en la suite DSSAT) capturan la influencia de muchos factores que influyen sobre el rendimiento simulado, pero también hay otros factores o procesos que no son capturados por estos modelos, mostrando **limitaciones**. La interpretación de los resultados pronosticados debe hacerse con cuidado y considerando qué factores han tenido un rol en la evolución real de los cultivos en una determinada zona. Por ejemplo, las simulaciones de rendimientos no reproducen los efectos de 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 almacenamiento de agua en el suelo (Penalba *et al.*, 2019).

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

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

2.2 Materiales y Métodos

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

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

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

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

2.3. Resultados y Discusión

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

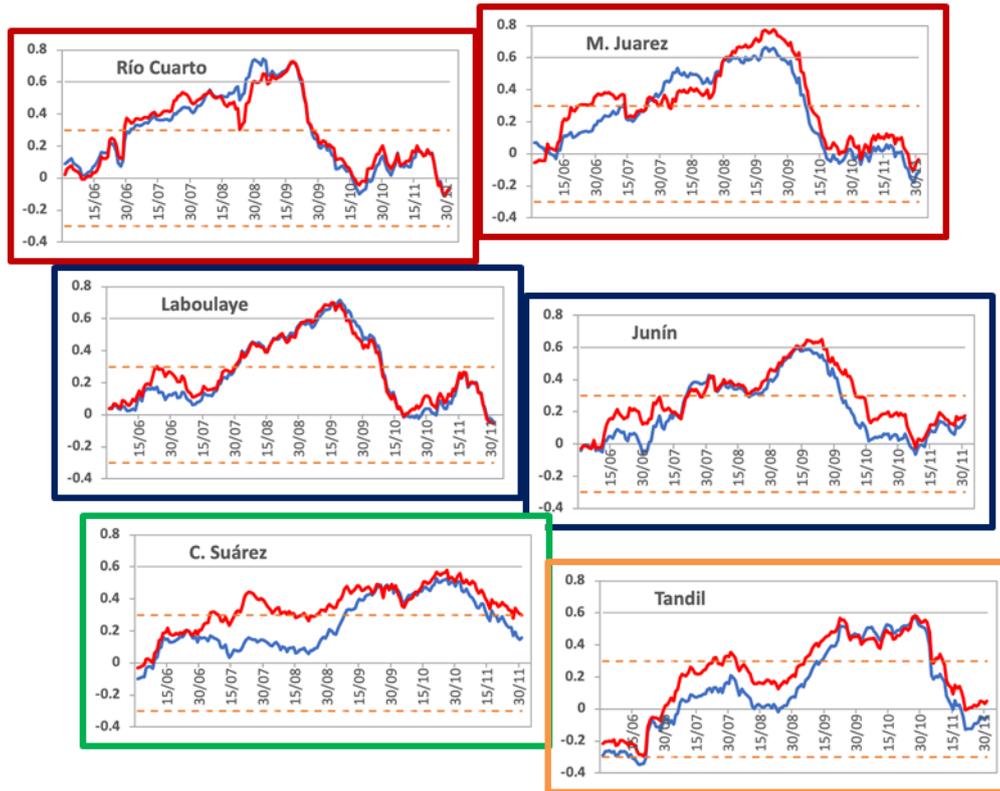


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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

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

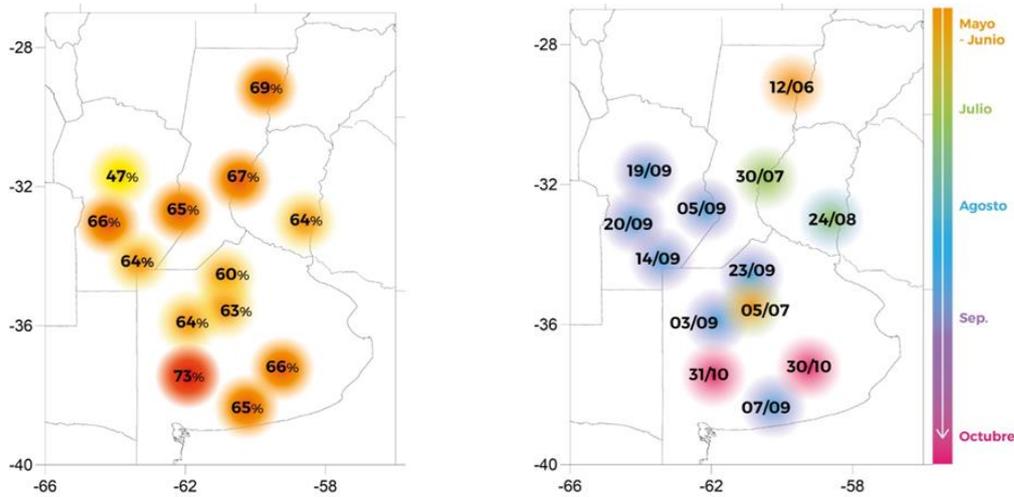


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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

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

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

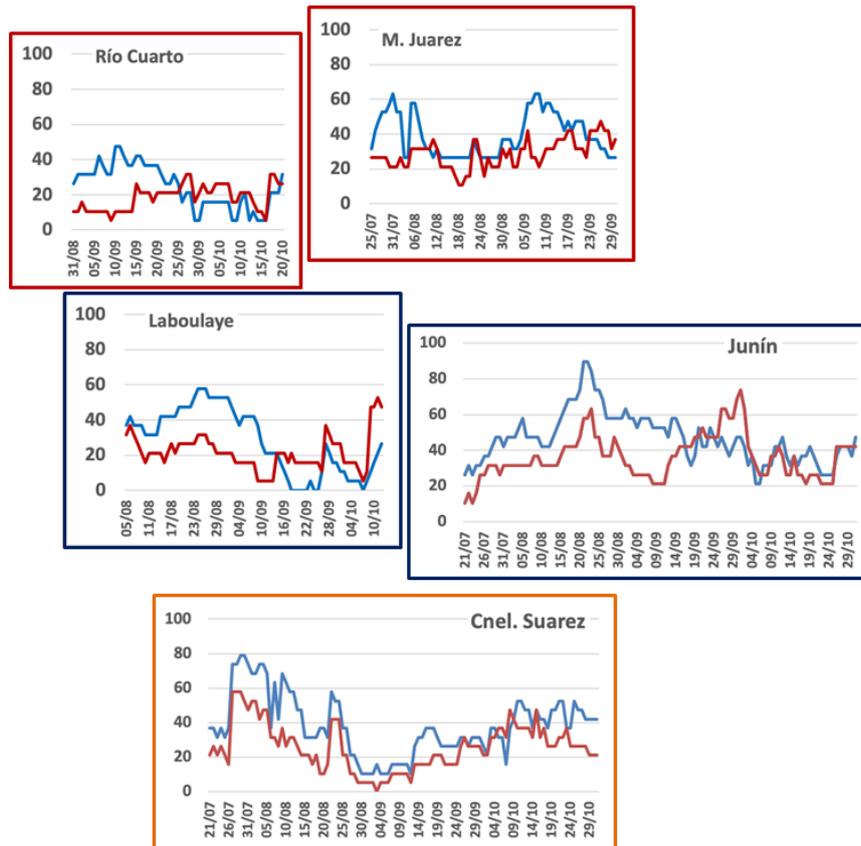


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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

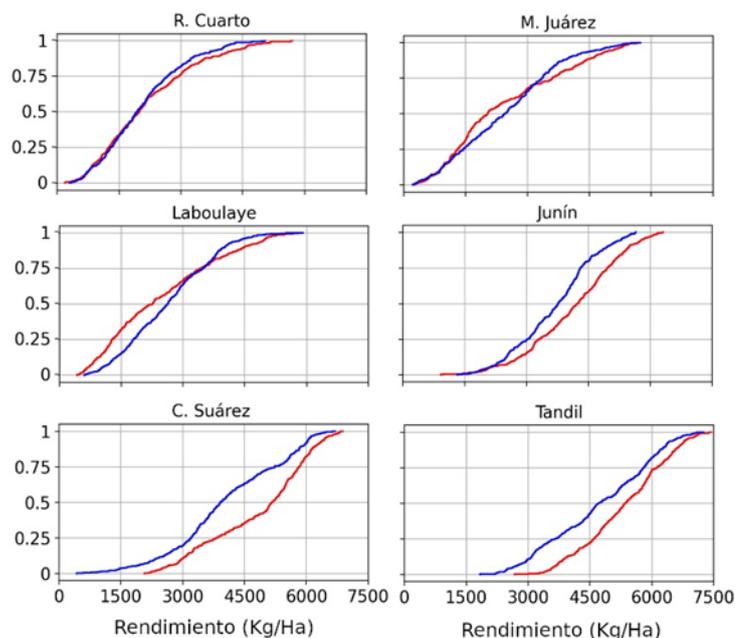


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

2.4. Conclusiones

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

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

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

2.5. Agradecimientos

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

Bibliografía

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



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

www.smn.gob.ar

