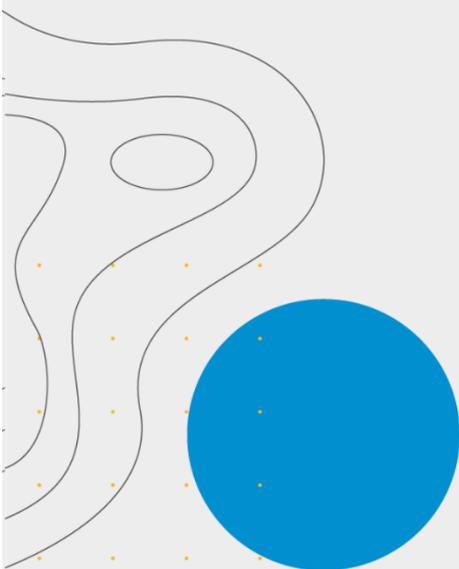


Boletín agrometeorológico mensual

AGOSTO 2023

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
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	12
2.5	Grados día	14
2.6	Mapas de temperatura.	15

3. Precipitación

3.1	Precipitación acumulada 1ra década.	15
3.2	Precipitación acumulada 2da década	17
3.3	Precipitación acumulada 3ra década.	18
3.4	Mapas de precipitación	20

4. Índices satelitales

4.1	Índice normalizado de vegetación	20
4.2	Humedad del suelo	21

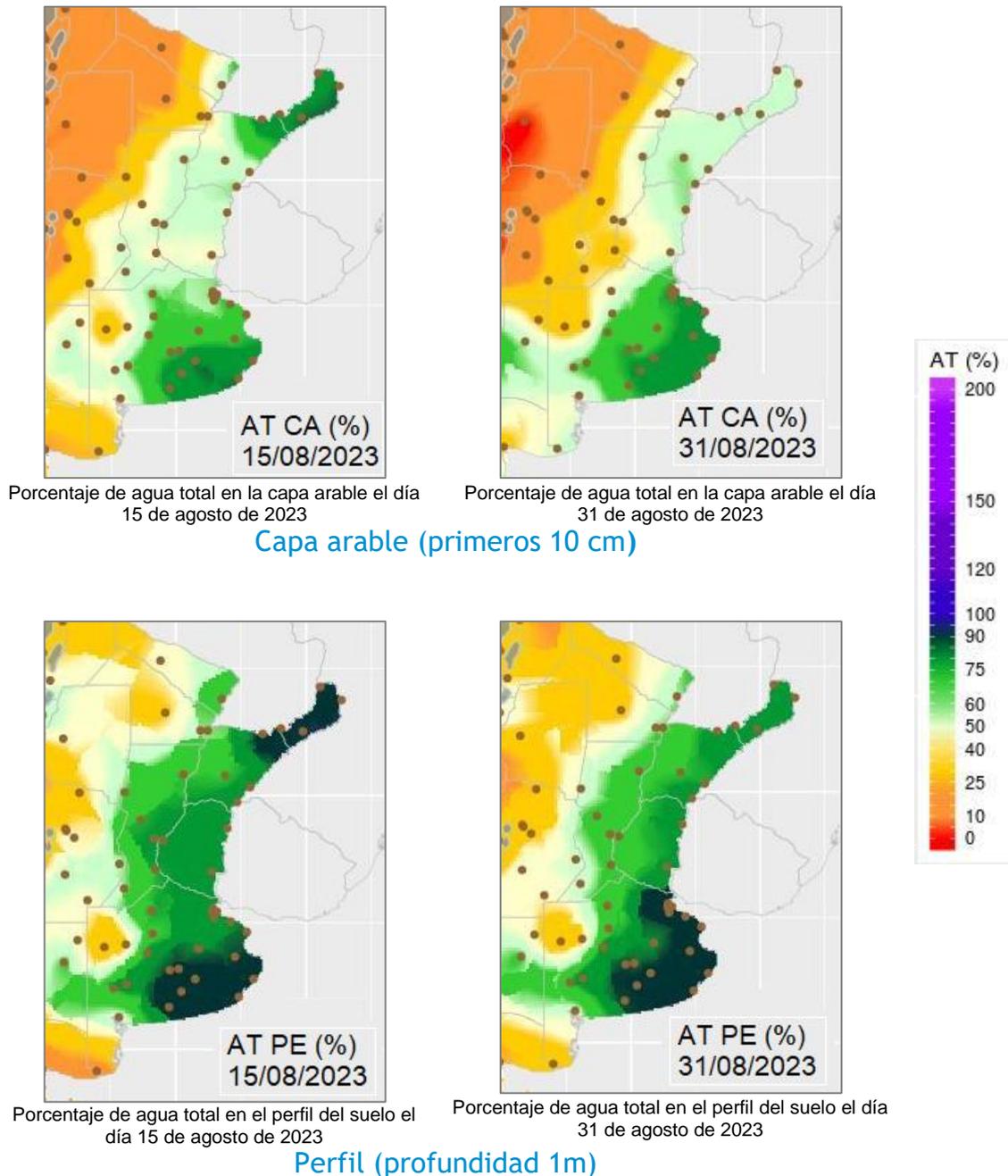
5. Pronóstico de rendimiento - ProRindes

5.1	Pronóstico de rendimientos para los cultivos de trigo y cebada. (fecha de inicio: 27/08/2023)	22
-----	--	----

	Definición y abreviaturas de parámetros empleados	24
	Anexo: informe técnico sobre ProRindes	26

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE AGOSTO 2023.

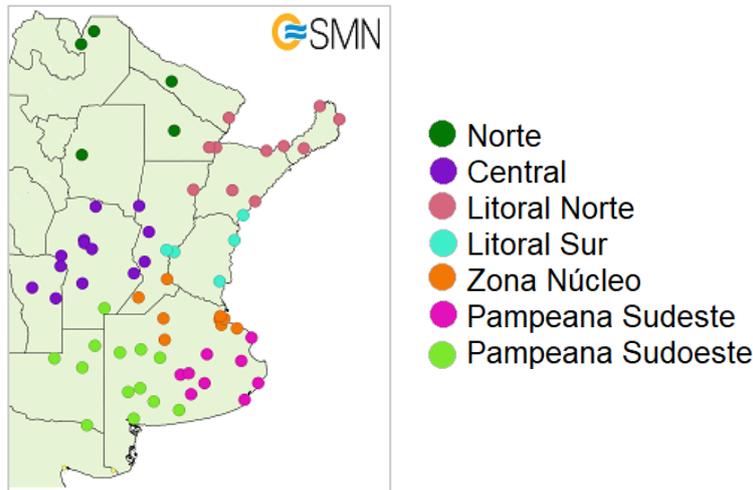
La cebada y el trigo se transitan las etapas de macollaje, encañazón o espigazón, en el caso de los más adelantados. La escasez hídrica limita la generación de biomasa de estos cultivos a excepción de las regiones III y IV. Comenzó la siembra de girasol y las variedades tempranas de maíz en el norte de la región Pampeana.



Más información en: https://www.smn.gov.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:



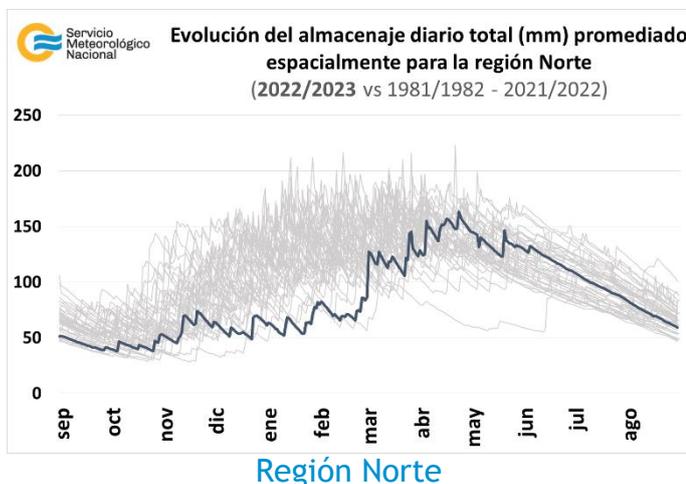
En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

En la región Norte, el almacenaje de agua presenta una tendencia negativa en trimestre de invierno (junio, julio y agosto), lo cual es normal para la época del año.

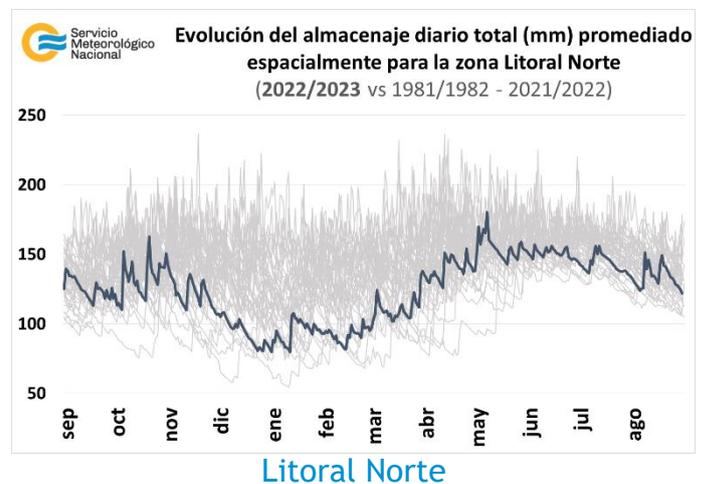
En la zona Litoral Norte se produjo un aumento en el contenido de agua en el suelo en la primera y segunda década de agosto, luego las lluvias fueron escasas y la evapotranspiración alta, por lo que los suelos perdieron humedad.

En el sur del Litoral el almacenaje de agua en el suelo presenta una tendencia negativa a lo largo de agosto, asociado a los escasos aportes pluviométricos. El contenido de agua en el suelo se encuentra entre los valores más bajos desde 1981.

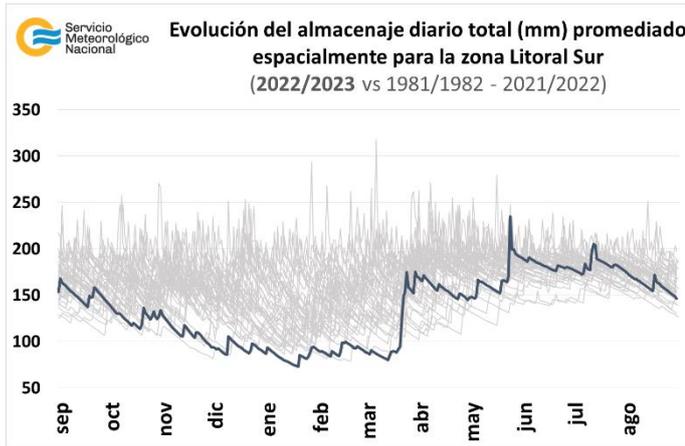
En la zona Núcleo se produjo un marcado aumento en la humedad edáfica debido a las abundantes precipitaciones ocurridas en la segunda década de agosto. Sin embargo, estas lluvias no son suficientes para salir de la situación de déficit hídrico.



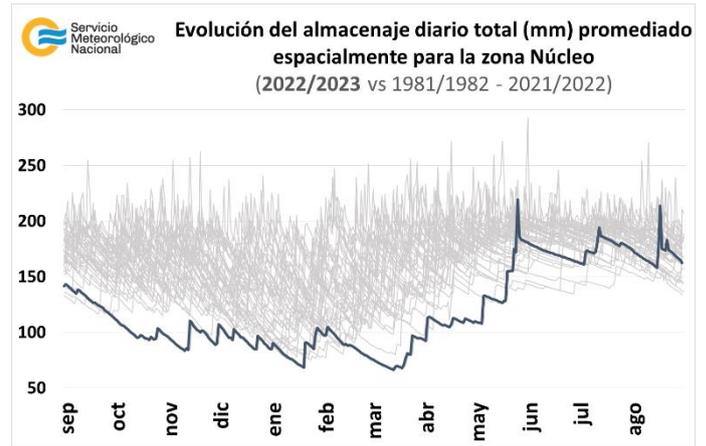
Región Norte



Litoral Norte



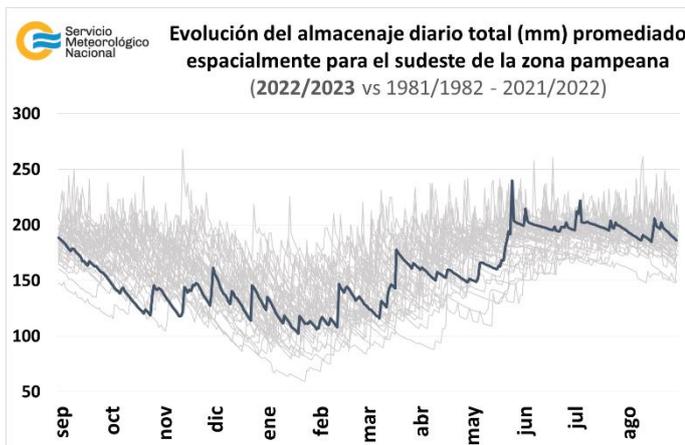
Litoral Sur



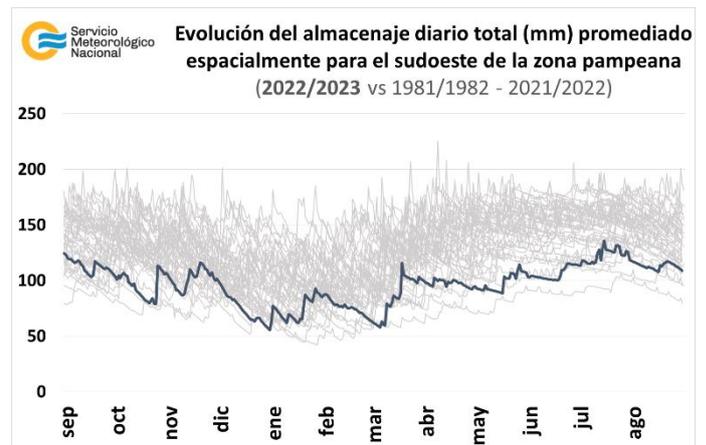
Zona Núcleo

En el sudeste de la pradera Pampeana las precipitaciones más abundantes se registraron en la segunda década y produjeron un aumento en la humedad en el suelo. Esta zona se encuentra con buenas condiciones hídricas.

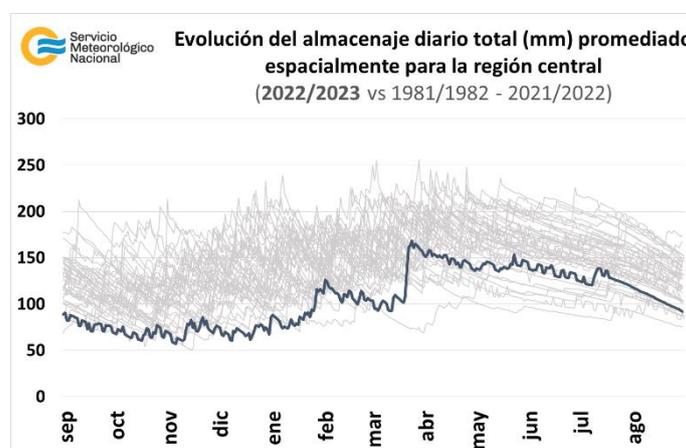
En el oeste de la región Pampeana las lluvias ocurridas han producido un leve aumento en el almacenaje de agua en el suelo, sin embargo sigue siendo de los más bajos desde 1981. La región central presenta una disminución en la humedad edáfica, encontrándose entre los valores más bajos desde 1981.



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

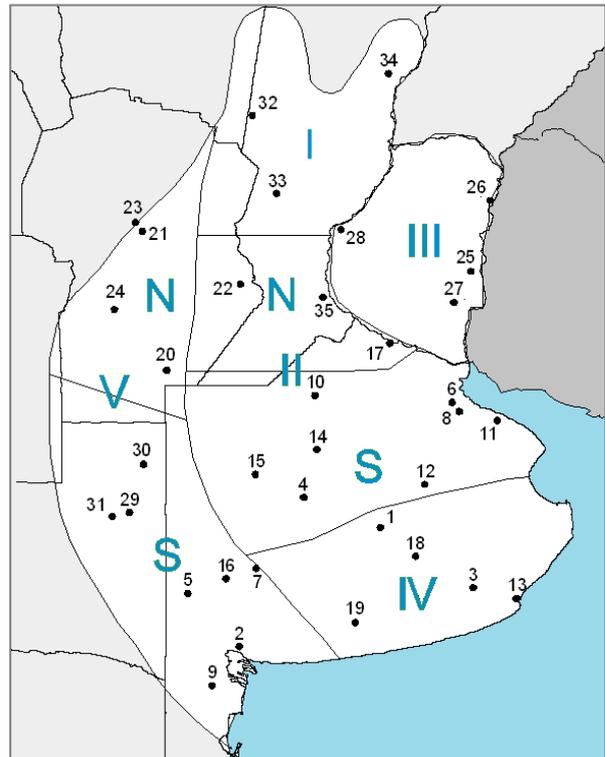


Región Central

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 encuentran en estado de encañazón o espigazón, con reservas hídricas de buenas a regulares, según las zonas. Comenzó la siembra de girasol y maíz de primera ocupación, limitado por la disponibilidad hídrica.

REGIÓN II NORTE: la cebada se halla en la fase de encañazón, en buenas condiciones sanitarias. El trigo se visualiza en pleno desarrollo de macollos o comenzando a encañar. Inició la siembra de girasol, condicionada por la disponibilidad de agua a nivel del suelo.

REGIÓN II SUR: la cebada y el trigo transitan las etapas de macollaje o inicio de encañazón. Asimismo, comenzó a evidenciarse una disminución en la tasa de crecimiento de las plantas debido a la escasez hídrica.

REGIÓN III: el trigo se halla en la fase de macollaje, encañazón o comienzo de espigazón, según las zonas. Comenzó la siembra de maíz temprano de manera puntual, en las zonas que contaban con suficiente humedad en la cama de siembra.

REGIÓN IV: la cebada y el trigo transitan las etapas de macollaje o encañazón, según las zonas, bajo buenas condiciones hídricas en el perfil del suelo y sin inconvenientes sanitarios.

REGIÓN V NORTE: los trigales se hallan en estado de macollaje o encañazón, bajo condiciones de estrés hídrico y calórico.

REGIÓN V SUR: la cebada y el trigo se visualizan en pleno desarrollo de macollos, con escasa disponibilidad hídrica a nivel del suelo.

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 2023.

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron significativamente superiores al promedio en el norte del país, alcanzando a superar a los valores normales en más de 5 °C en Chaco, Salta, parte de Formosa, el norte y este de Santiago del Estero, norte de Santa Fe y casi todo el territorio correntino. En el resto del país predominaron las anomalías positivas, aunque menos intensas, y se observaron desvíos negativos en Tierra del Fuego. El patrón de anomalías de las temperaturas mínimas fue similar, con excepción de la franja sur de Neuquén - Río Negro – sur de Buenos Aires, donde se registraron valores cercanos a los promedios y levemente inferiores en algunas localidades del sur bonaerense. En la última región mencionada, incluyendo la provincia de La Pampa, se registraron heladas a nivel del suelo en la mitad de los días de la década.

DÉCADA 1 AGOSTO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	16.4	25.5	1.0	2.2	-3.2	8.0	9.3	7.6	1.7
Bahía Blanca	Buenos Aires	17.1	23.8	1.0	1.9	-4.1	3.0	9.5	8.5	1.0
Bolívar	Buenos Aires	17.9	26.6	1.0	2.7	-2.9	8.0	10.3	7.9	2.4
Bordenave	Buenos Aires	16.0	22.6	1.0	1.6	-3.7	3.0	8.8	8.1	0.7
Castelar	Buenos Aires	19.8	29.9	1.0	8.5	1.6	5.0	14.2	10.9	3.3
Coronel Suarez	Buenos Aires	15.7	23.9	1.0	0.8	-4.2	3.0	8.2	6.6	1.6
Ezeiza	Buenos Aires	19.1	29.1	1.0	7.2	0.3	8.0	13.1	10.5	2.6
Junín	Buenos Aires	20.1	28.6	1.0	6.5	-0.4	5.0	13.3	9.4	3.9
La Plata	Buenos Aires	17.8	28.2	2.0	6.9	0.3	8.0	12.3	9.8	2.5
Las Flores	Buenos Aires	17.0	25.0	1.0	5.0	-0.3	8.0	11.0	8.8	2.2
Mar Del Plata	Buenos Aires	15.9	24.4	1.0	3.4	-3.6	8.0	9.7	8.1	1.6
Nueve de Julio	Buenos Aires	18.8	27.1	1.0	6.2	0.4	8.0	12.5	9.1	3.4
Pehuajó	Buenos Aires	18.9	28.3	1.0	2.6	-2.3	4.0	10.7	8.4	2.3
Pigüé	Buenos Aires	15.0	23.6	1.0	2.5	-2.2	3.0	8.7	6.8	1.9
San Pedro	Buenos Aires	21.2	30.0	1.0	8.4	1.2	5.0	14.8	11.2	3.6
Tandil	Buenos Aires	16.1	24.5	1.0	1.4	-5.7	5.0	8.7	7.1	1.6
Tres Arroyos	Buenos Aires	15.7	23.1	1.0	4.0	-2.1	3.0	9.9	7.8	2.1
Laboulaye	Córdoba	21.2	29.2	1.0	5.6	-0.1	9.0	13.4	8.8	4.6
Manfredi	Córdoba	23.8	34.4	1.0	4.8	-2.4	8.0	14.3	9.5	4.8
Marcos Juárez	Córdoba	22.2	32.6	1.0	6.5	0.5	7.0	14.3	9.9	4.4
Pilar	Córdoba	23.0	33.2	1.0	8.3	1.6	9.0	15.6	10.6	5.0
Río Cuarto	Córdoba	19.8	25.5	1.0	7.4	3.2	7.0	13.6	9.8	3.8
Concordia	Entre Ríos	24.0	31.3	2.0	12.8	5.3	8.0	18.4	13.0	5.4
Gualeduaychú	Entre Ríos	21.7	30.4	2.0	10.5	3.5	8.0	16.1	11.5	4.6
Paraná	Entre Ríos	22.8	32.4	2.0	11.1	3.0	8.0	17.0	12.0	5.0
Anguil	La Pampa	19.0	26.3	1.0	0.4	-5.0	7.0	9.7	8.1	1.6
General Pico	La Pampa	19.1	28.0	1.0	3.8	-3.1	7.0	11.5	9.0	2.5
Santa Rosa	La Pampa	18.2	24.8	1.0	3.0	-0.8	7.0	10.6	8.2	2.4
Ceres	Santa Fe	26.1	36.0	2.0	11.0	5.3	8.0	18.6	12.4	6.2
Reconquista	Santa Fe	28.4	36.4	6.0	15.3	8.4	8.0	21.9	14.4	7.5
Rosario	Santa Fe	21.4	30.6	2.0	8.9	3.6	5.0	15.1	10.9	4.2

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron superiores a la normal en el norte de la región central, y en las regiones de Cuyo, NOA, NEA y norte del país, mientras que en el sur de la región central y en la Patagonia resultaron por debajo de los valores normales. Las temperaturas mínimas presentaron anomalías positivas en casi todo el territorio nacional a excepción de la provincia de Santa Cruz y sur de Chubut en donde se observaron anomalías negativas de esta variable, en promedio.

A nivel del suelo se registraron hasta 5 días con temperaturas inferiores a 0°C. La zona con mayor ocurrencia de heladas fue el oeste de la provincia de Buenos Aires en esta segunda década de agosto.

DÉCADA 2 AGOSTO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	15.2	23.5	15.0	4.4	-3.4	13.0	9.8	8.5	1.3
Bahía Blanca	Buenos Aires	15.1	24.5	14.0	5.2	-0.7	13.0	10.2	9.5	0.6
Bolívar	Buenos Aires	16.6	26.1	15.0	3.9	-2.4	13.0	10.3	9.4	0.8
Bordenave	Buenos Aires	14.4	24.5	14.0	3.1	-2.7	12.0	8.8	9.1	-0.3
Castelar	Buenos Aires	18.4	26.9	16.0	8.6	-1.2	13.0	13.5	12.2	1.3
Coronel Suarez	Buenos Aires	13.8	24.3	14.0	2.7	-2.9	12.0	8.2	7.7	0.5
Ezeiza	Buenos Aires	18.0	26.1	16.0	7.5	-0.7	13.0	12.7	11.9	0.8
Junín	Buenos Aires	18.1	27.6	15.0	5.9	-1.2	13.0	12.0	10.6	1.4
La Plata	Buenos Aires	16.7	23.4	16.0	7.9	-1.6	13.0	12.3	11.0	1.3
Las Flores	Buenos Aires	16.4	24.5	15.0	5.8	-0.2	13.0	11.1	10.1	1.0
Mar Del Plata	Buenos Aires	14.1	20.8	15.0	6.1	-1.6	13.0	10.1	8.9	1.2
Nueve de Julio	Buenos Aires	17.3	26.1	14.0	6.1	0.2	13.0	11.7	10.6	1.1
Pehuajó	Buenos Aires	17.1	26.8	14.0	5.6	-1.0	13.0	11.4	9.7	1.7
Pigüé	Buenos Aires	13.9	23.8	14.0	4.2	-0.7	12.0	9.0	8.0	1.0
San Pedro	Buenos Aires	20.1	30.5	16.0	7.6	-0.1	13.0	13.8	12.2	1.6
Tandil	Buenos Aires	14.1	22.4	14.0	3.0	-5.6	13.0	8.6	8.1	0.5
Tres Arroyos	Buenos Aires	13.8	23.4	14.0	5.7	-1.0	13.0	9.8	8.7	1.1
Laboulaye	Córdoba	18.8	26.5	15.0	5.3	0.5	12.0	12.1	10.0	2.1
Manfredi	Córdoba	23.4	33.0	15.0	4.4	-2.8	19.0	13.9	10.9	3.0
Marcos Juárez	Córdoba	21.4	29.7	15.0	5.3	-1.5	12.0	13.3	11.1	2.2
Pilar	Córdoba	22.6	32.4	14.0	7.1	2.2	19.0	14.9	11.8	3.1
Río Cuarto	Córdoba	19.5	25.7	14.0	6.1	3.2	12.0	12.8	11.0	1.8
Concordia	Entre Ríos	21.8	32.4	16.0	10.0	0.1	13.0	15.9	14.1	1.8
Gualeduaychú	Entre Ríos	20.0	32.0	16.0	7.7	-1.9	13.0	13.8	12.8	1.0
Paraná	Entre Ríos	21.7	34.2	16.0	9.8	2.4	13.0	15.8	13.2	2.6
Anguil	La Pampa	16.1	26.9	14.0	3.2	-4.7	12.0	9.7	9.5	0.1
General Pico	La Pampa	16.9	26.5	14.0	4.4	-3.5	12.0	10.7	10.2	0.5
Santa Rosa	La Pampa	15.7	26.3	14.0	4.5	-2.7	12.0	10.1	9.4	0.7
Ceres	Santa Fe	25.0	35.8	16.0	9.8	2.3	13.0	17.4	14.0	3.4
Reconquista	Santa Fe	25.5	36.5	17.0	12.0	3.3	13.0	18.7	15.5	3.2
Rosario	Santa Fe	20.8	30.9	16.0	7.3	-2.1	13.0	14.1	12.1	2.0

2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas fueron anómalamente frías en el centro del país principalmente asociado a la permanencia de un sistema de alta presión por varios días. A nivel del suelo se observaron más de 6 días con temperaturas mínimas inferiores a 0°C, llegando en algunas zonas a -9°C (Tabla 1).

Por otra parte, el tipo de circulación que origina un centro de alta presión a medida que se desplaza, generó temperaturas superiores a las normales en el norte del país y NOA, registrándose récords en temperatura máxima y mínima (Tablas 2 y 3).

Tabla 1. Temperatura mínima (°C) a 5 cm del suelo en la región Pampeana

Localidad	Provincia	24/08	25/08	26/08	27/08	28/08
Junín	Buenos Aires	7.0	3.0	-2.0	-3.0	2.0
Coronel Suárez	Buenos Aires	-4.0	-7.0	-9.0	-7.0	1.0
Bolívar	Buenos Aires	-4.0	-3.0	-7.0	-8.0	2.0
Azul	Buenos Aires	-5.0	-4.0	-6.0	-6.0	2.0
Tandil	Buenos Aires	-4.0	-5.0	-4.0	-5.0	Sin dato
Dolores	Buenos Aires	-1.0	-4.0	-3.0	-4.0	-4.0
Benito Juárez	Buenos Aires	-5.0	-6.0	-5.0	-2.0	1.0
Pigüé	Buenos Aires	-5.0	-6.0	-7.0	-6.0	1.0
Mar del Plata	Buenos Aires	-3.0	-4.0	0.0	-6.0	-3.0

Tabla 2. Récorde de temperatura máxima más alta (°C)

Localidad	Provincia	Temperatura (°C)	Fecha	Récorde anterior
Universidad de Jujuy	Jujuy	37.6	22/8/2023	36.3 07/08/2015
Metán	Salta	38.5	22/8/2023	38.0 24/08/1996

Tabla 3. Récorde de temperatura mínima más alta (°C)

Localidad	Provincia	Temperatura (°C)	Fecha	Récorde anterior
San Juan	San Juan	20.5	21/8/2023	16.7 13/08/1996
Tinogasta	Catamarca	24.5	22/8/2023	24.0 06/08/2015
Tinogasta	Catamarca	25.0	23/8/2023	24.0 06/08/2015

DÉCADA 3 AGOSTO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	15.3	18.6	29.0	1.5	-4.4	27.0	8.4	9.7	-1.3
Bahía Blanca	Buenos Aires	16.6	20.5	29.0	3.1	-4.6	26.0	9.9	10.8	-0.9
Bolívar	Buenos Aires	17.4	21.8	29.0	2.6	-4.5	26.0	10.0	10.9	-0.9
Bordenave	Buenos Aires	15.7	19.8	29.0	2.4	-3.7	26.0	9.0	10.5	-1.5
Castelar	Buenos Aires	17.3	23.0	30.0	5.5	0.0	26.0	11.4	13.4	-2.0
Coronel Suarez	Buenos Aires	14.7	18.5	29.0	1.2	-5.6	26.0	8.0	9.2	-1.2
Ezeiza	Buenos Aires	17.0	23.3	30.0	5.8	0.3	26.0	11.4	13.0	-1.6
Junín	Buenos Aires	18.8	25.7	30.0	4.9	-0.5	26.0	11.9	12.1	-0.2
La Plata	Buenos Aires	15.6	20.9	30.0	4.9	0.0	27.0	10.3	12.0	-1.7
Las Flores	Buenos Aires	16.3	22.5	30.0	3.6	-2.5	27.0	10.0	11.3	-1.3
Mar Del Plata	Buenos Aires	14.6	19.7	30.0	2.3	-1.7	27.0	8.5	9.8	-1.3
Nueve de Julio	Buenos Aires	18.5	24.0	30.0	5.2	0.1	26.0	11.8	12.0	-0.2
Pehuajó	Buenos Aires	18.4	22.5	30.0	4.2	-4.5	26.0	11.3	11.4	-0.1
Pigüé	Buenos Aires	14.4	18.6	29.0	2.7	-3.0	26.0	8.6	9.5	-0.9
San Pedro	Buenos Aires	19.6	25.6	21.0	5.4	0.4	26.0	12.5	13.5	-1.0
Tandil	Buenos Aires	14.4	17.5	29.0	0.0	-4.5	27.0	7.2	9.3	-2.1
Tres Arroyos	Buenos Aires	15.3	19.0	29.0	3.4	-1.0	24.0	9.4	9.9	-0.5
Laboulaye	Córdoba	18.9	26.0	30.0	4.9	0.8	26.0	11.9	11.6	0.3
Manfredi	Córdoba	23.3	34.8	21.0	3.0	-1.5	29.0	13.2	12.7	0.5
Marcos Juárez	Córdoba	21.2	30.2	21.0	4.7	-1.2	26.0	12.9	12.8	0.1
Pilar	Córdoba	22.5	34.7	21.0	6.5	3.2	29.0	14.5	13.5	1.0
Río Cuarto	Córdoba	18.6	28.5	21.0	6.6	2.8	31.0	12.6	12.6	0.0
Concordia	Entre Ríos	21.2	26.2	22.0	7.9	3.3	28.0	14.6	15.2	-0.6
Gualeduaychú	Entre Ríos	19.2	24.8	21.0	5.7	2.0	26.0	12.4	14.0	-1.6
Paraná	Entre Ríos	21.1	29.0	21.0	7.1	3.8	28.0	14.1	14.6	-0.5
Anguil	La Pampa	17.4	23.3	29.0	2.1	-6.4	26.0	9.7	11.2	-1.5
General Pico	La Pampa	17.9	22.5	29.0	3.9	-3.4	26.0	10.9	12.0	-1.1
Santa Rosa	La Pampa	16.7	21.2	29.0	3.3	-2.9	26.0	10.0	11.2	-1.2
Ceres	Santa Fe	24.6	32.4	21.0	7.8	3.0	29.0	16.2	15.4	0.8
Reconquista	Santa Fe	24.2	30.4	21.0	9.9	5.7	28.0	17.1	16.9	0.2
Rosario	Santa Fe	20.0	25.6	21.0	6.5	-0.2	26.0	13.3	13.7	-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	-
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	-
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 AGOSTO 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	31/08	14/11	31/08	05/10	31/08
Bahia Blanca	Buenos Aires	31/08	03/11	27/08	29/09	X
Balcarce	Buenos Aires	SD	26/10	SD	14/09	SD
Bolívar	Buenos Aires	31/08	19/10	27/08	16/09	31/08
Bordenave	Buenos Aires	31/08	07/11	31/08	05/10	SD
Castelar	Buenos Aires	27/08	30/09	26/08	25/08	SD
Coronel Suarez	Buenos Aires	31/08	23/11	31/08	18/10	31/08
Ezeiza	Buenos Aires	27/08	26/09	13/08	30/08	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	08/11	SD	30/09	SD
Junín	Buenos Aires	28/08	02/10	27/08	09/09	27/08
La Plata	Buenos Aires	27/08	06/10	27/08	25/08	-
Las Flores	Buenos Aires	31/08	20/10	27/08	14/09	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	31/08	10/11	28/08	05/10	31/08
Nueve de Julio	Buenos Aires	27/08	21/09	17/07	28/08	X
Pehuajó	Buenos Aires	31/08	04/10	27/08	14/09	X
Pigüé	Buenos Aires	31/08	12/11	31/08	13/10	31/08
San Pedro	Buenos Aires	27/08	23/09	13/08	30/08	SD
Tandil	Buenos Aires	31/08	25/11	28/08	18/10	31/08
Tres Arroyos	Buenos Aires	27/08	26/10	27/08	25/09	X
Laboulaye	Córdoba	31/08	02/10	09/08	08/09	-
Manfredi	Córdoba	31/08	13/10	29/08	24/09	SD
Marcos Juárez	Córdoba	31/08	30/09	26/08	07/09	-
Pilar	Córdoba	19/08	17/09	15/07	29/08	27/08
Río Cuarto	Córdoba	31/08	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	-
Gualeduaychú	Entre Ríos	28/08	21/09	13/08	22/08	X
Paraná	Entre Ríos	13/08	02/09	-	03/08	X
Anguil	La Pampa	31/08	31/10	31/08	03/10	SD
General Pico	La Pampa	31/08	11/10	26/08	12/09	X
Santa Rosa	La Pampa	31/08	18/10	27/08	20/09	-
Ceres	Santa Fe	29/08	14/09	19/07	23/08	-
Rafaela	Santa Fe	SD	19/09	SD	30/08	SD
Reconquista	Santa Fe	19/07	28/08	-	08/08	X
Rosario	Santa Fe	26/08	24/09	26/08	29/08	X

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

AGOSTO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de mayo				Días con T _{mín} <2°C
		BASE 5		BASE 10		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	129.0	553.4	32.5	152.1	15
Bahia Blanca	Buenos Aires	150.2	651.0	39.8	208.6	12
Bolívar	Buenos Aires	160.6	680.6	47.2	228.0	14
Bordenave	Buenos Aires	122.4	556.1	24.3	151.9	15
Castelar	Buenos Aires	247.4	990.8	103.8	440.4	4
Coronel Suarez	Buenos Aires	101.2	460.5	14.8	97.1	15
Ezeiza	Buenos Aires	228.9	949.8	92.4	411.5	6
Junín	Buenos Aires	228.6	885.7	89.1	366.5	7
La Plata	Buenos Aires	204.2	872.6	73.8	351.2	4
Las Flores	Buenos Aires	175.5	734.3	56.9	257.6	12
Mar Del Plata	Buenos Aires	136.7	628.4	29.6	171.5	10
Nueve de Julio	Buenos Aires	217.3	872.8	79.4	345.1	6
Pehuajó	Buenos Aires	190.4	759.2	65.6	272.9	11
Pigüé	Buenos Aires	117.8	507.4	19.9	123.3	12
San Pedro	Buenos Aires	269.0	1071.6	123.7	507.5	5
Tandil	Buenos Aires	100.6	460.2	15.7	101.3	17
Tres Arroyos	Buenos Aires	144.4	618.7	33.1	175.1	9
Laboulaye	Córdoba	230.2	920.8	84.4	382.0	6
Manfredi	Córdoba	272.1	1057.7	127.1	514.5	13
Marcos Juárez	Córdoba	263.8	1041.3	121.6	498.5	6
Pilar	Córdoba	309.8	1157.8	155.3	583.9	1
Río Cuarto	Córdoba	247.0	956.5	97.1	408.8	0
Concordia	Entre Ríos	348.5	1326.3	195.6	728.6	1
Gualedguaychú	Entre Ríos	281.1	1108.4	134.6	545.5	3
Paraná	Entre Ríos	327.3	1256.3	173.3	661.0	0
Anguil	La Pampa	147.5	655.2	35.6	204.0	16
General Pico	La Pampa	186.3	784.0	56.5	275.3	8
Santa Rosa	La Pampa	162.2	701.5	42.6	227.4	11
Ceres	Santa Fe	382.9	1438.1	227.9	837.9	0
Reconquista	Santa Fe	438.9	1619.0	283.9	1012.5	0
Rosario	Santa Fe	282.7	1086.1	135.6	528.1	4

[Referencias correspondientes a la tabla de grados día \(grados\).](#)

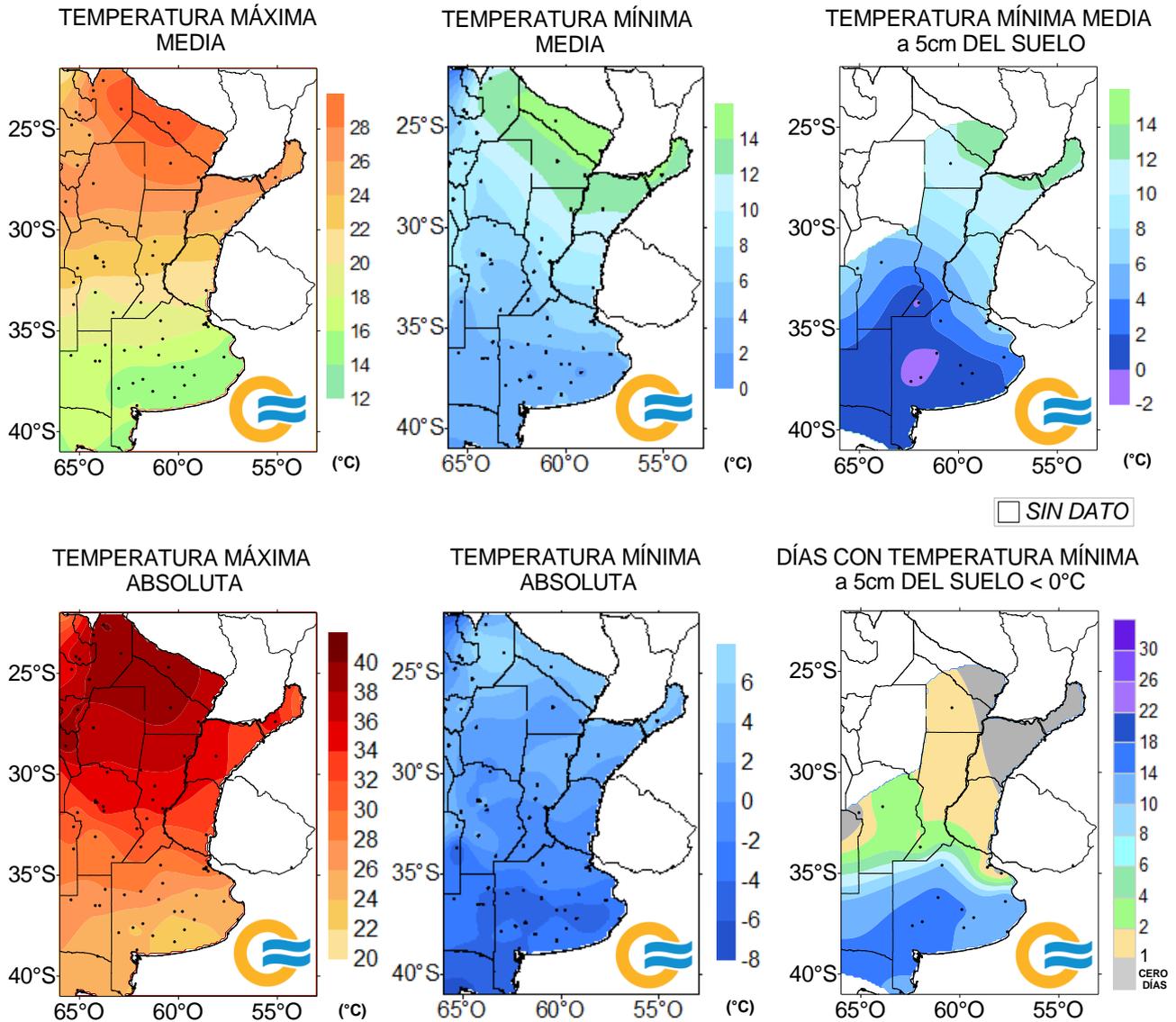
MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

AGOSTO 2023



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 2023.

3.1 PRIMERA DÉCADA

En los primeros días de agosto predominó la circulación del oeste y noroeste sobre la Patagonia, lo que inhibió la llegada de aire frío desde las regiones antárticas. Hacia la mitad del periodo, el centro ciclónico del noroeste se desplazó hacia el norte, permitiendo el avance de un frente cálido sobre el Litoral que luego se transformó en estacionario y dio lugar a la llegada por primera vez en la década de un frente frío desde la Patagonia hacia la provincia de Buenos Aires.

Las precipitaciones fueron escasas o nulas en casi todo el país, con un único núcleo de anomalías positivas sobre la provincia de Misiones y el norte de Corrientes.

Los montos escasos de precipitaciones determinaron pérdida de humedad en el suelo en las zonas que tenían mayor disponibilidad. Al final de esta década el sudeste bonaerense se encontraba en condiciones hídricas óptimas, se observaban buenas condiciones en la provincia de Entre Ríos y excesos leves en Misiones, mientras que el resto del territorio permanecía con déficit de humedad, de acuerdo con el modelo.

DÉCADA 1 AGOSTO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	5.0	-11.7	1	5.0	10
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.0	-12.0	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	5.0	-8.7	1	5.0	10
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-10.1	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	2.0	-14.8	1	2.0	9
Coronel Suarez	Buenos Aires	4.0	-5.9	1	4.0	10
Ezeiza	Buenos Aires	0.0	-15.3	0	-	-
Junín	Buenos Aires	3.0	-12.7	1	3.0	10
La Plata	Buenos Aires	0.0	-19.0	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	3.0	-16.6	1	3.0	10
Mar Del Plata	Buenos Aires	8.0	-10.5	1	8.0	10
Nueve de Julio	Buenos Aires	4.0	-10.8	1	4.0	10
Pehuajó	Buenos Aires	0.6	-8.8	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	2.0	-8.8	1	2.0	10
San Pedro	Buenos Aires	0.5	-7.3	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	13.0	-2.7	1	13.0	10
Tres Arroyos	Buenos Aires	10.0	-1.1	1	10.0	10
Laboulaye	Córdoba	0.0	-4.5	0	-	-
Manfredi	Córdoba	0.0	-3.5	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-9.2	0	-	-
Pilar	Córdoba	0.0	-3.0	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-3.4	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	2.0	-20.0	1	2.0	6
Gualeguaychú	Entre Ríos	0.0	-15.9	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	0.0	-11.0	0	-	-
Anguil	La Pampa	0.0	-7.7	0	-	-
General Pico	La Pampa	0.0	-6.4	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-8.4	0	-	-
Ceres	Santa Fe	0.5	-3.9	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	15.0	8.3	1	15.0	8
Rosario	Santa Fe	0.0	-11.8	0	-	-

3.2 SEGUNDA DÉCADA

Al comienzo de esta década, el pasaje de un frente frío por la zona central y el noreste del país produjo precipitaciones en la región del Litoral. A partir del día 16 se formó un sistema de baja presión, con su frente frío asociado, sobre el este de la región central que se desplazó hacia el Mar Argentino, dejando precipitaciones sobre la zona costera del Río de la Plata.

DÉCADA 2 AGOSTO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	15.0	-9.3	1	15.0	17
Bahia Blanca	Buenos Aires	11.0	4.4	1	11.0	17
Bolívar	Buenos Aires	24.5	11.6	3	20.0	17
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-8.0	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	71.2	53.7	2	48.0	17
Coronel Suarez	Buenos Aires	11.5	2.2	1	11.0	17
Ezeiza	Buenos Aires	66.0	46.4	2	45.0	17
Junín	Buenos Aires	5.0	-3.9	2	3.0	19
La Plata	Buenos Aires	156.2	136.6	2	89.0	16
Las Flores	Buenos Aires	20.8	5.7	1	20.0	17
Mar Del Plata	Buenos Aires	21.4	1.2	2	18.0	17
Nueve de Julio	Buenos Aires	17.3	5.8	2	15.0	17
Pehuajó	Buenos Aires	6.4	-1.3	2	4.0	19
Pigüé	Buenos Aires	15.8	6.9	1	15.0	17
San Pedro	Buenos Aires	3.3	-13.6	1	3.3	17
Tandil	Buenos Aires	17.5	-2.4	1	17.0	17
Tres Arroyos	Buenos Aires	11.4	-3.7	2	9.0	17
Laboulaye	Córdoba	4.4	0.0	2	2.0	19
Manfredi	Córdoba	0.0	-2.1	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-5.2	0	-	-
Pilar	Córdoba	0.0	-1.9	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-2.1	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	17.5	-10.4	1	17.0	17
Guaquaychú	Entre Ríos	20.0	-2.0	2	14.0	17
Paraná	Entre Ríos	1.0	-13.0	0	-	-
Anguil	La Pampa	5.8	-0.2	2	3.3	19
General Pico	La Pampa	3.2	-1.2	1	2.0	19
Santa Rosa	La Pampa	14.0	6.6	3	7.0	19
Ceres	Santa Fe	0.0	-2.4	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	20.0	2.0	1	20.0	17
Rosario	Santa Fe	0.2	-12.2	0	-	-

En resumen, en el oeste de la región patagónica se registraron lluvias y nevadas a lo largo de toda la década. Las precipitaciones acumuladas en esta década resultaron superiores a las normales en la región del Litoral, en la provincia de Buenos Aires y en una gran parte de la Patagonia. Los principales valores de lluvia se registraron en La Plata (156.2 mm), Aeroparque (123 mm), Buenos Aires Observatorio (77.3 mm), Chapelco (67 mm), Punta Indio (66.5 mm), Ezeiza (66 mm), El Palomar (64 mm), Monte Caseros (64 mm), Merlo (61 mm), Bernardo de Irigoyen (59.9 mm), El Bolsón (59 mm), Bariloche (57.5 mm) y Esquel (39.7 mm).

Se observó un aumento del agua almacenada en el perfil edáfico en el extremo noreste de la provincia de Buenos Aires, dejando al suelo en condiciones óptimas de humedad o con un leve exceso. Por otra parte, las precipitaciones registradas en el resto de la región central y sur del Litoral resultaron insuficientes para contrarrestar las condiciones secas acumuladas.

3.3 TERCERA DÉCADA

Al inicio de la década se produjeron precipitaciones al sur del paralelo 35°S, esto asociado al avance de un frente frío desde la Patagonia hasta Buenos Aires que afectó estas zonas, junto con el sur de Mendoza y La Pampa. Las lluvias más importantes los días 21/08 y 22/08 ocurrieron en Malargüe, registrándose 62 mm y 47 mm respectivamente. El registro de 62 mm es un récord histórico de precipitación diaria para agosto (récord anterior: 52 mm, observado el 06/08/2002), además estos valores superan ampliamente a la lluvia normal para el mes, que es 26.9 mm (climatología 1991-2020).

En los días subsiguientes la permanencia de un sistema de alta presión sobre el centro del país principalmente, generó condiciones de buen tiempo y descenso de las temperaturas, observándose heladas.

A finales de la década, hubo más actividad frontal, sucesivos frentes fríos ingresaron desde la Patagonia y se desplazaron hacia el noreste, dando lugar a precipitaciones en el noroeste Patagónico, sur de Buenos Aires y noreste del territorio.

La precipitación total acumulada en esta década fue superior a lo normal en el noroeste de la Patagonia, mientras que en el este del país fueron escasas. No se produjeron lluvias en gran parte del norte del país y del noreste de la Patagonia.

Las escasas precipitaciones ocurridas en el este de la región Pampeana no recargaron el perfil del suelo, sin embargo aún se encuentra con una buena humedad sobre todo el extremo este. Por otra parte, el oeste de la zona de cultivos de secano permanece con escasas reservas hídricas.

DÉCADA 3 AGOSTO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.9	-17.2	0	-	-
Bahía Blanca	Buenos Aires	2.0	-11.1	1	2.0	21
Bolívar	Buenos Aires	0.3	-14.4	0	-	-
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-11.5	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	14.2	-9.1	1	14.2	21
Coronel Suarez	Buenos Aires	4.0	-12.0	1	4.0	21
Ezeiza	Buenos Aires	20.0	-4.4	1	20.0	21
Junín	Buenos Aires	0.0	-16.2	0	-	-
La Plata	Buenos Aires	29.0	1.6	1	29.0	21
Las Flores	Buenos Aires	1.2	-20.4	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	7.7	-17.1	1	7.0	21
Nueve de Julio	Buenos Aires	0.0	-13.6	0	-	-
Pehuajó	Buenos Aires	0.0	-14.9	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	3.0	-11.7	1	3.0	21
San Pedro	Buenos Aires	1.5	-10.3	1	1.5	21
Tandil	Buenos Aires	3.2	-17.4	1	3.0	21
Tres Arroyos	Buenos Aires	3.1	-17.0	1	2.0	28
Laboulaye	Córdoba	6.0	-2.5	2	3.0	25
Manfredi	Córdoba	0.0	-3.0	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-7.2	0	-	-
Pilar	Córdoba	0.0	-3.2	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-5.6	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	0.0	-24.9	0	-	-
Gualeduaychú	Entre Ríos	0.0	-22.7	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	0.0	-13.8	0	-	-
Anguil	La Pampa	2.9	-6.6	2	1.3	21
General Pico	La Pampa	2.0	-11.0	1	2.0	22
Santa Rosa	La Pampa	4.0	-7.1	1	4.0	21
Ceres	Santa Fe	0.0	-5.2	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	0.0	-11.5	0	-	-
Rosario	Santa Fe	0.0	-11.1	0	-	-

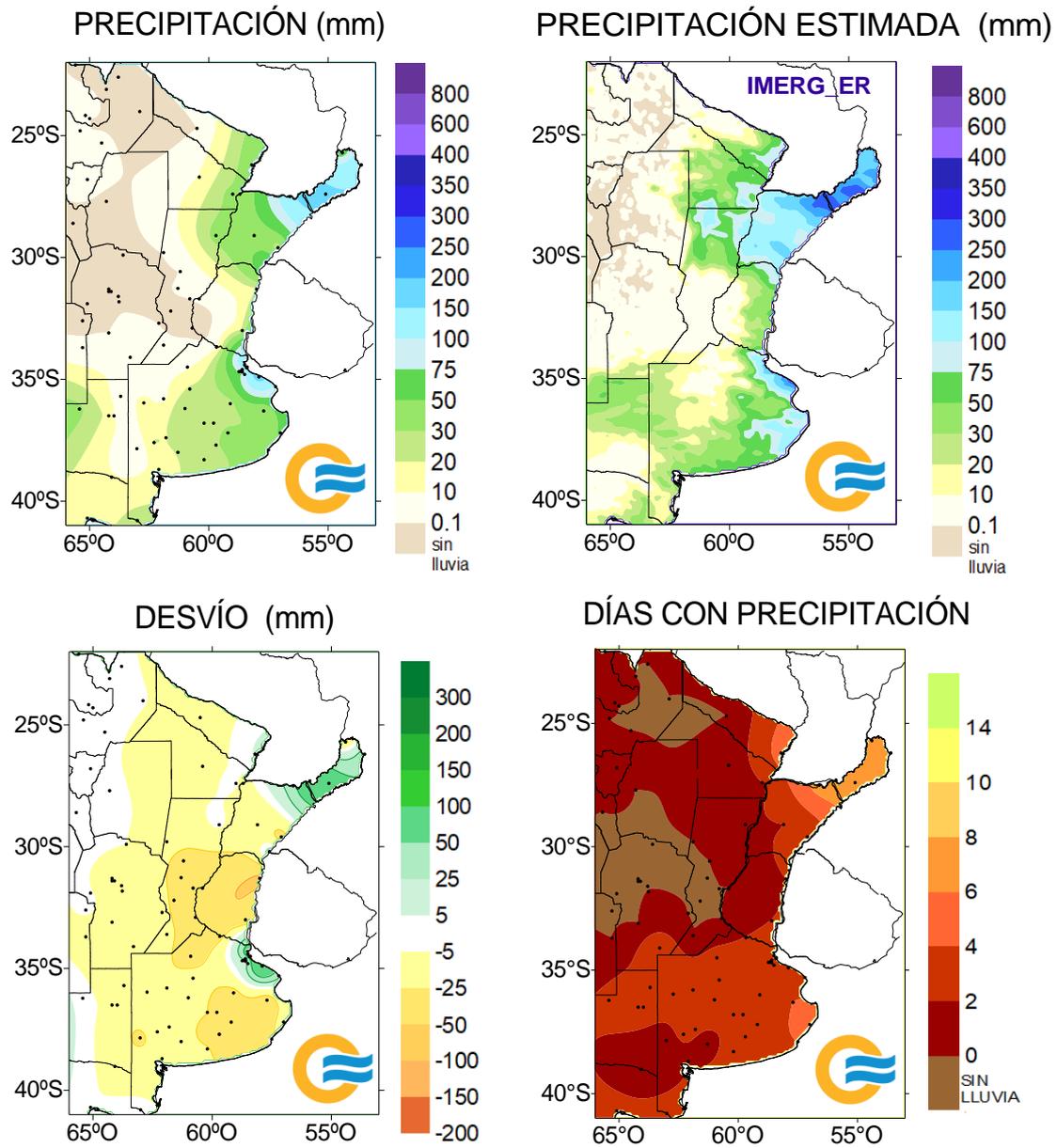
Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

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

AGOSTO 2023



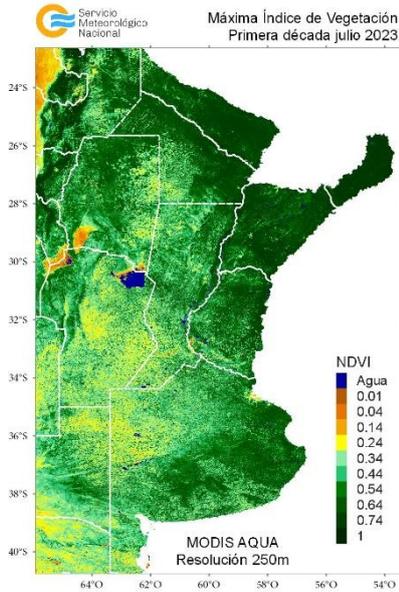
4. ÍNDICES SALTELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

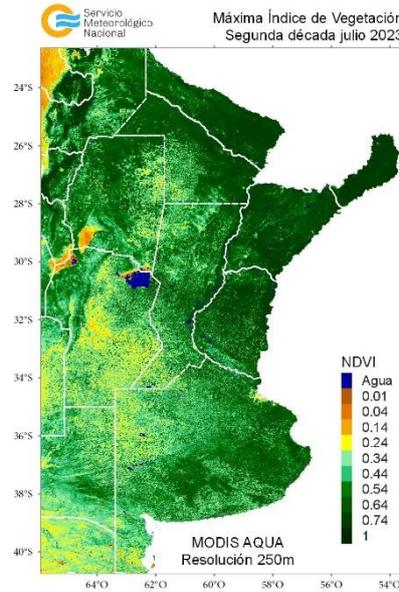
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de julio y agosto de 2023. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se observa un leve aumento en el vigor de la vegetación, esto asociado principalmente a la evolución de los cultivos de invierno.

JULIO 2023

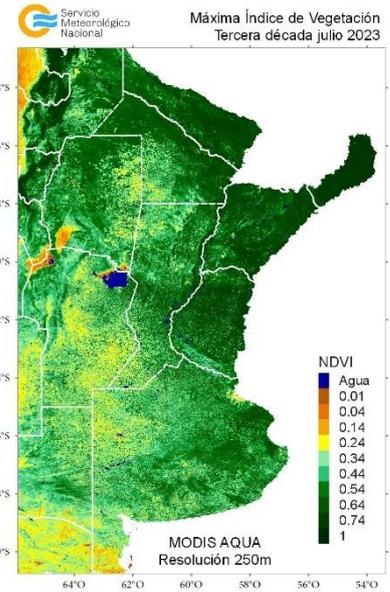
DÉCADA 1



DÉCADA 2

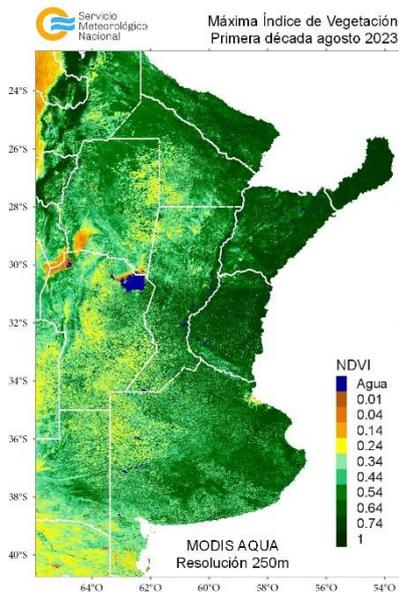


DÉCADA 3

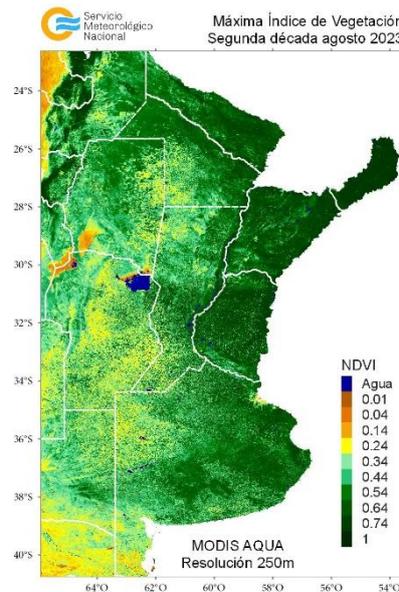


AGOSTO 2023

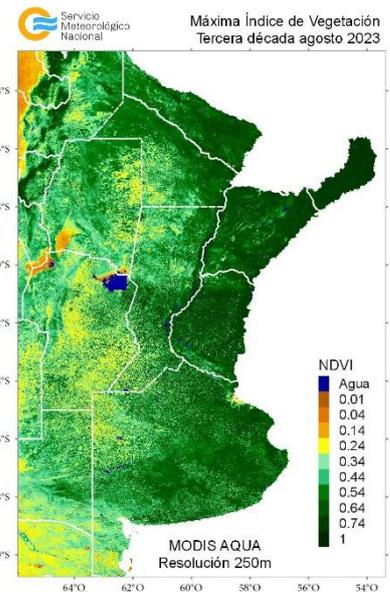
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



4.2. HUMEDAD DEL SUELO

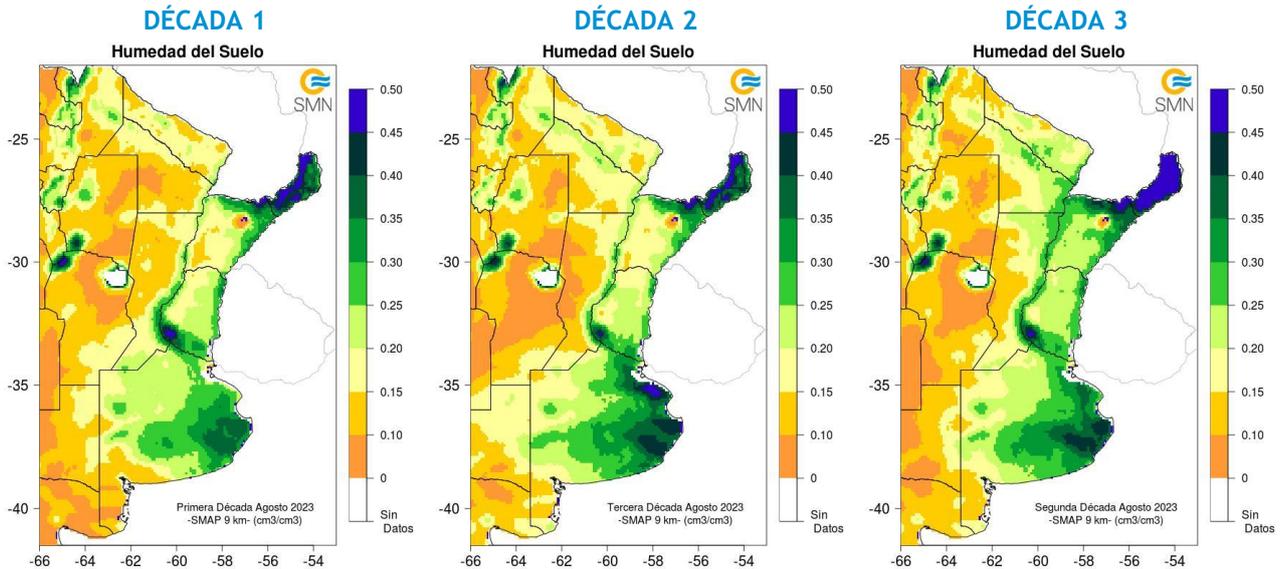
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

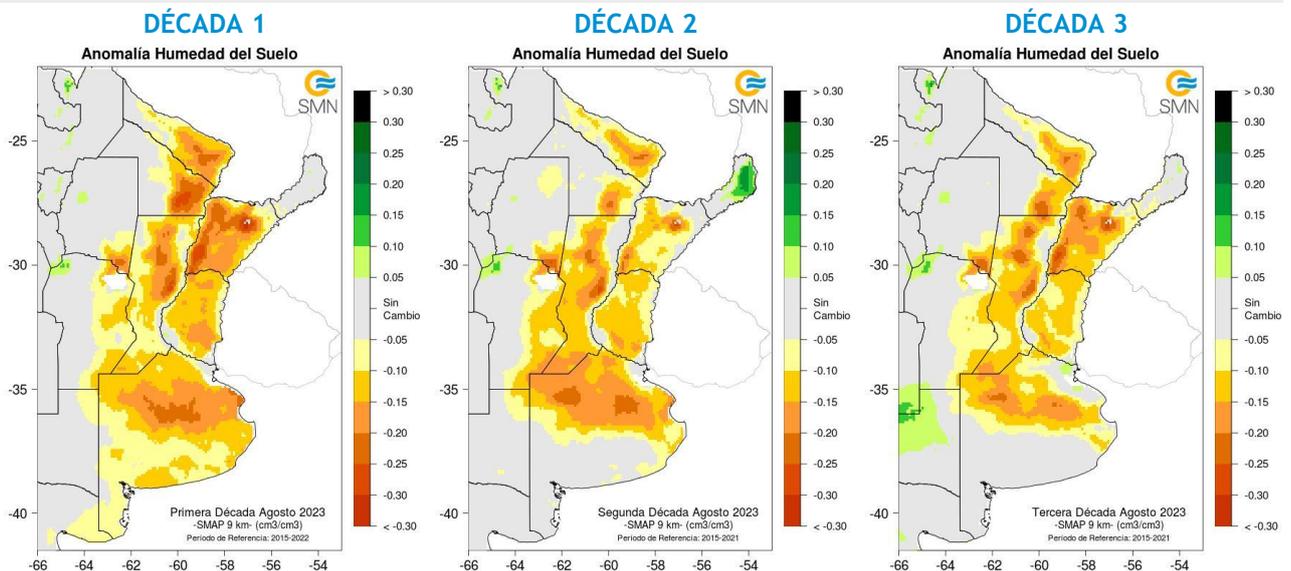
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2023 respecto al periodo 2015-2022, para cada década.

Las buenas condiciones de humedad en el suelo se encuentran muy restringidas al este de la región de cultivos de secano y además, son deficitarias comparadas con el promedio 2015-2022.

AGOSTO 2023 HUMEDAD DEL SUELO



ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO

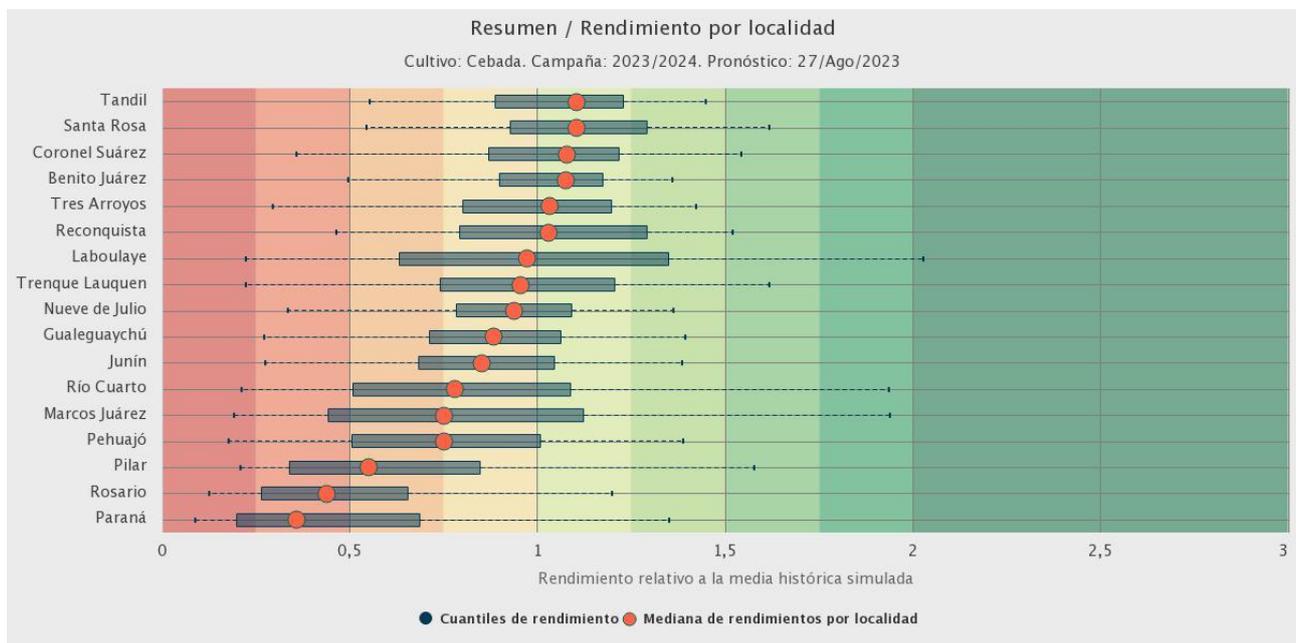
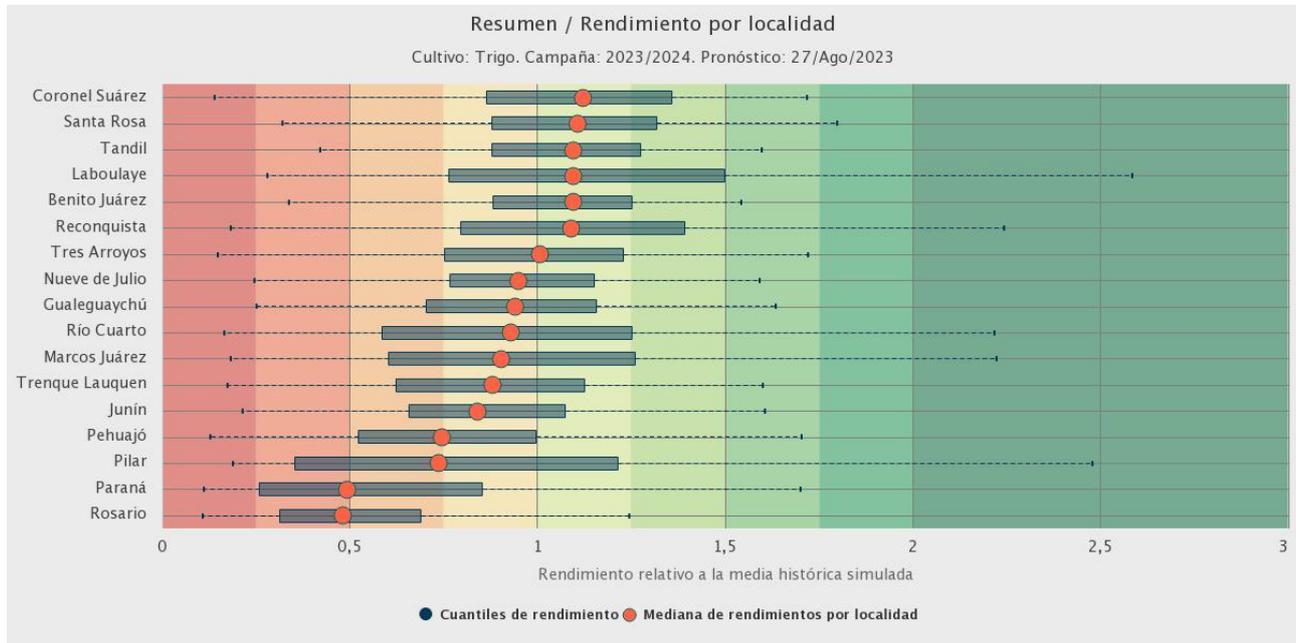


5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

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 trigo y cebada.

En este boletín se presenta el pronóstico de rendimiento por localidad obtenido el día 27/08/2023 en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gov.ar/>).

Para ambos cultivos simulados se observan las mejores perspectivas de rinde en las localidades ubicadas en las regiones I y IV, debido a las precipitaciones recibidas.



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.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.

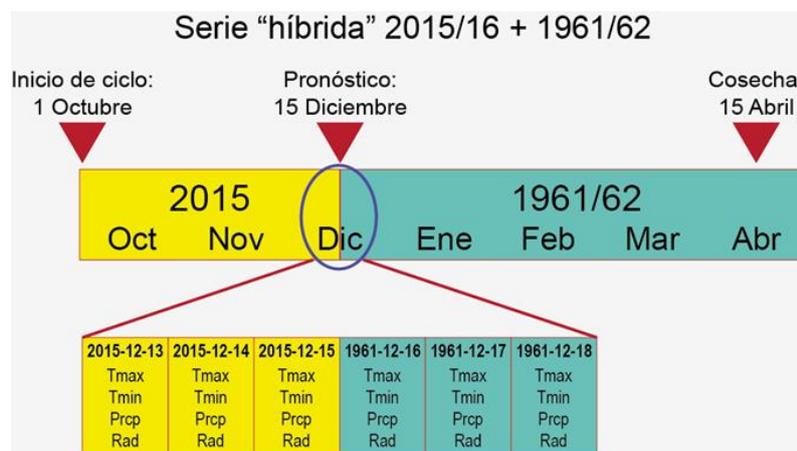


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos.(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

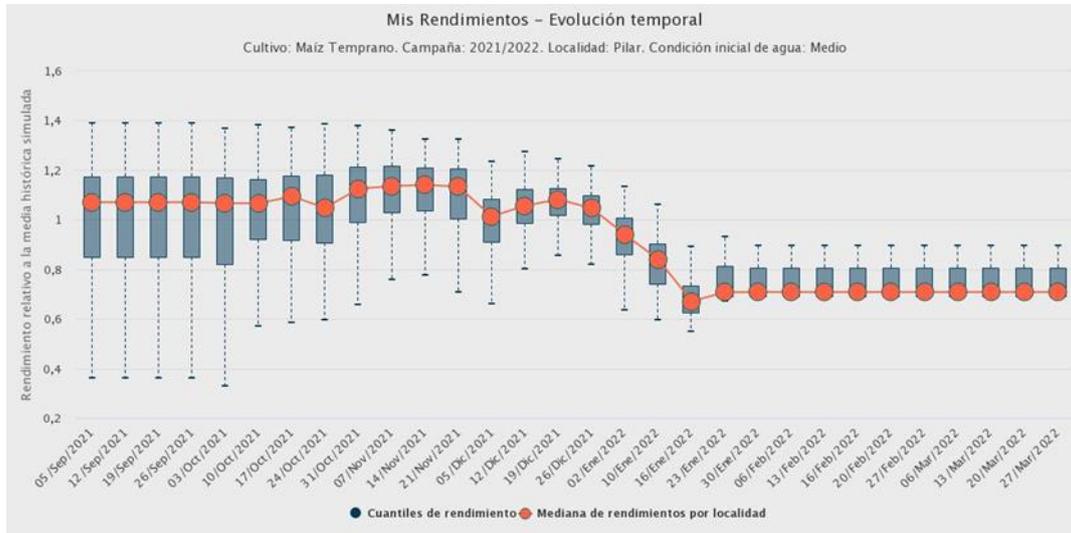


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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 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.

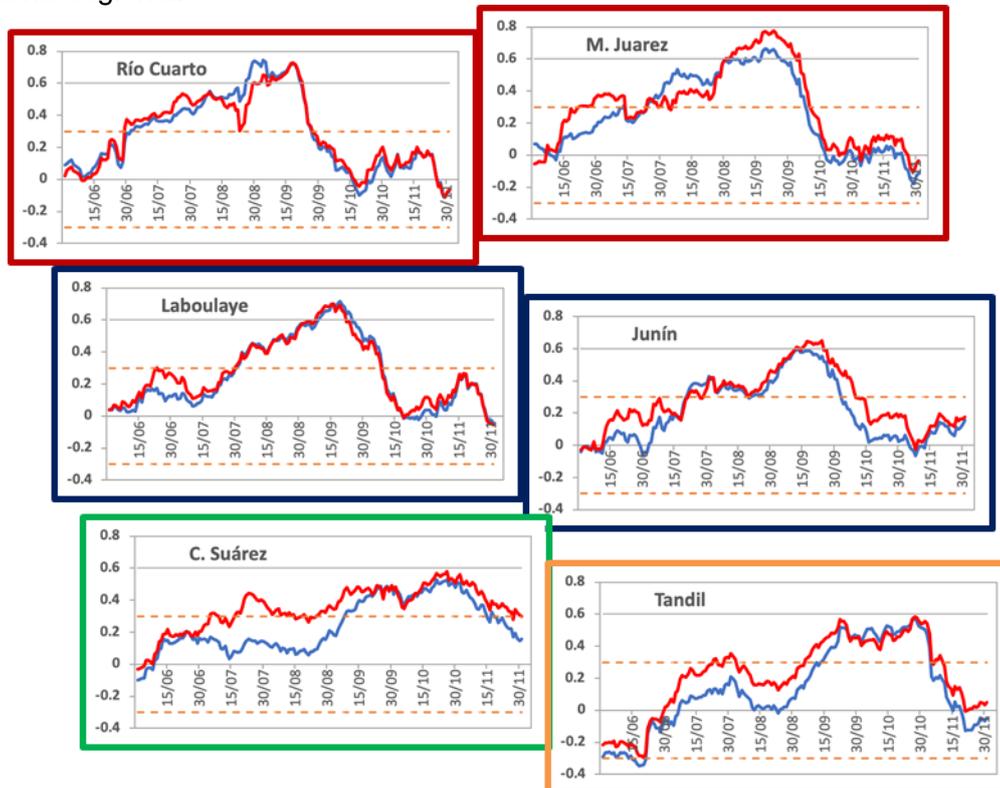


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

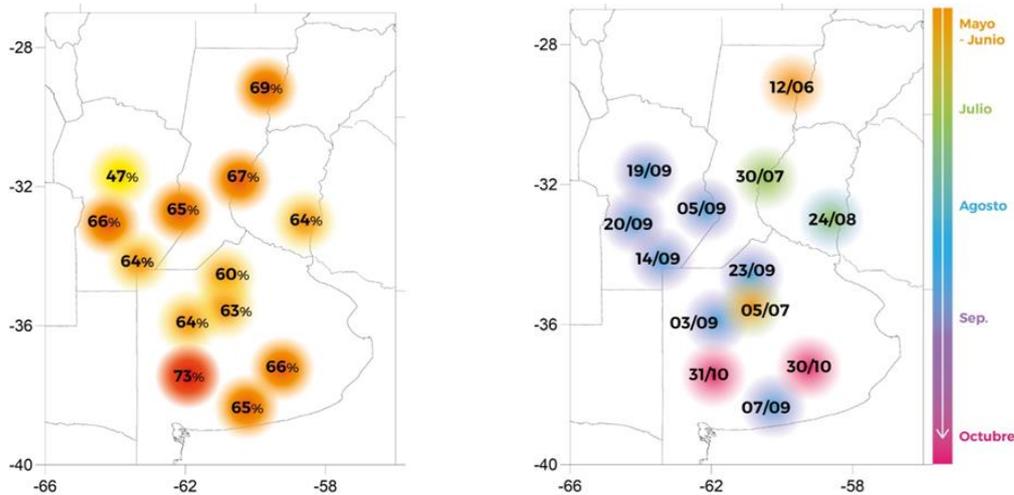


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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).

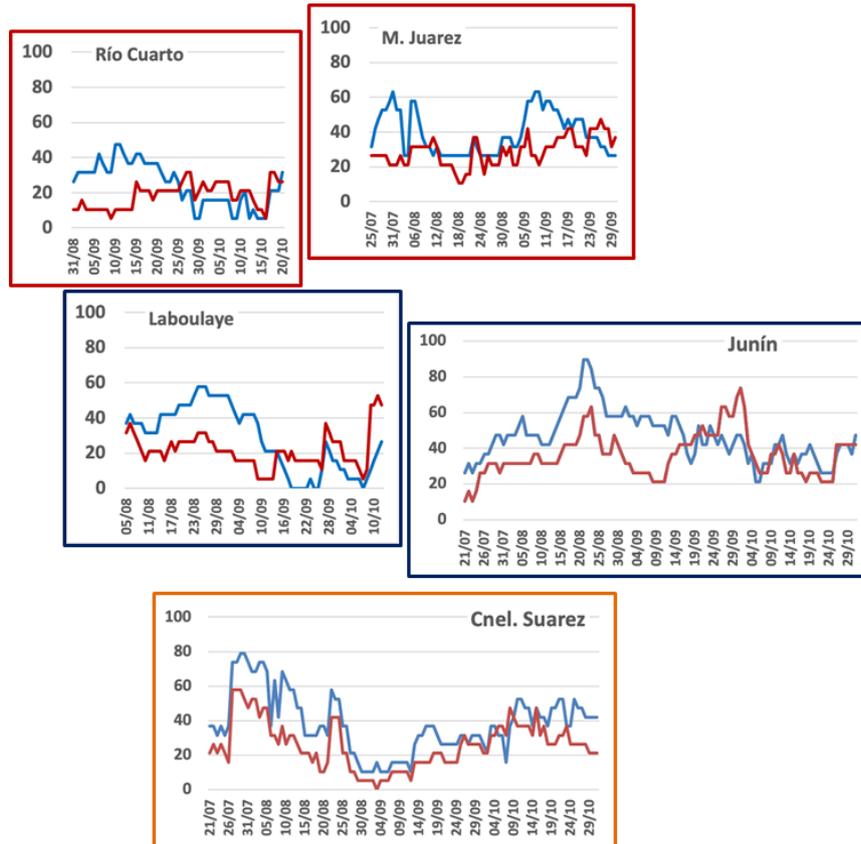


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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.

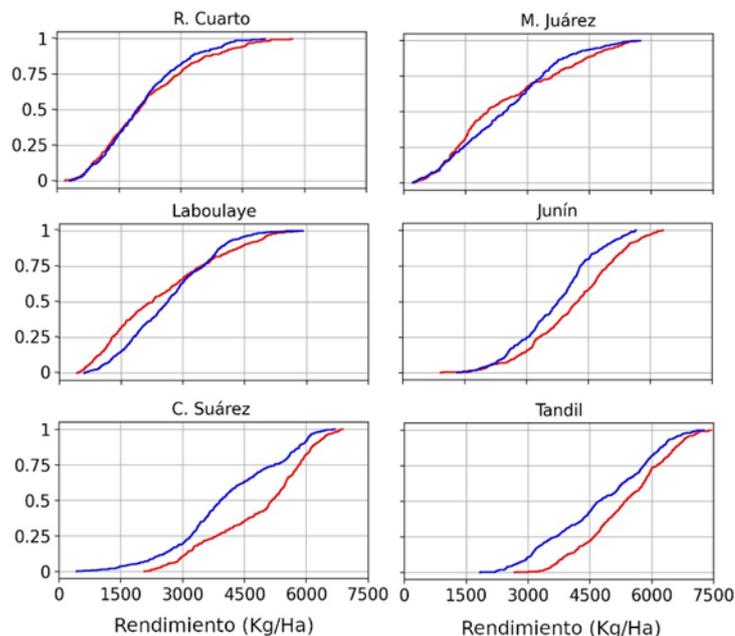


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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.*



Ministerio de Defensa
Argentina

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