

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

ABRIL 2024

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

Editores:

Elida Carolina González Morinigo
Lorena Judith Ferreira

Redactores:

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

Colaboradores:

Silvana Carina Bolzi
Camila Córdoba Fradinger

*Dirección Servicios Sectoriales
Servicio Meteorológico Nacional*

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

 +54 11 5167 6767 | interno 18901

 agro@smn.gov.ar

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

 SMN.ar

 smn_argentina

 smn_argentina

 smnPRENSA

ÍNDICE

1

Generalidades

1.1	Aspectos agronómicos y agrometeorológicos generales del mes	1
1.2	Principales características por regiones	3

2

Temperatura

2.1	Temperatura media 1ra década	5
2.2	Temperatura media 2da década	6
2.3	Temperatura media 3da década	7
2.4	Heladas	9
2.5	Grados día	10
2.6	Mapas de temperatura	11
2.7	Índice de temperatura y humedad	11

3

Precipitación

3.1	Precipitación acumulada 1ra década	13
3.2	Precipitación acumulada 2da década	15
3.3	Precipitación acumulada 3ra década	17
3.4	Mapas de precipitación	19

4

Índices satelitales

4.1	Índice normalizado de vegetación	20
4.2	Anomalía del índice normalizado de vegetación	21
4.3	Humedad del suelo	22

5

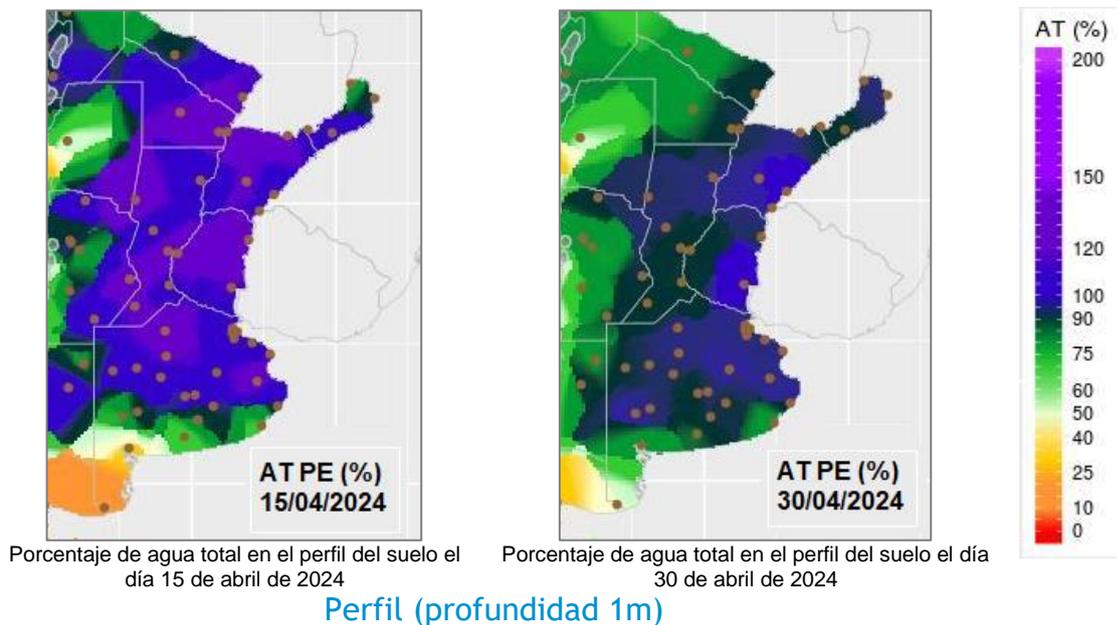
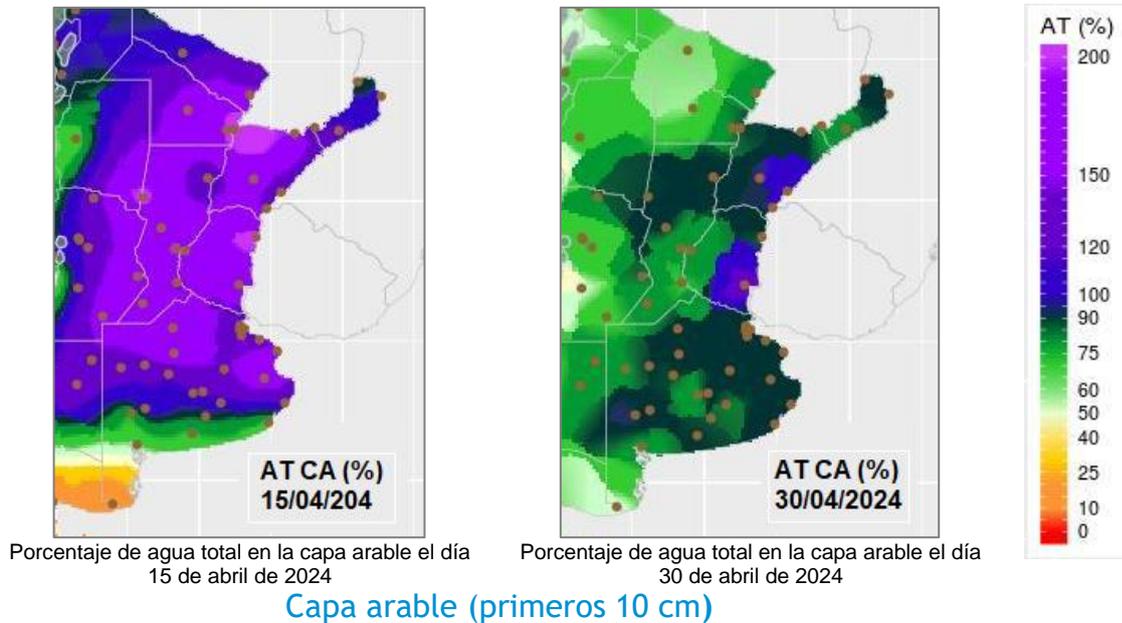
Pronóstico de rendimiento - ProRindes

5.1	Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja (fecha de inicio: 28/04/2024)	24
-----	--	----

	Definición y abreviaturas de parámetros empleados	25
	Anexo: informe técnico sobre ProRindes	27

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE ABRIL 2024.

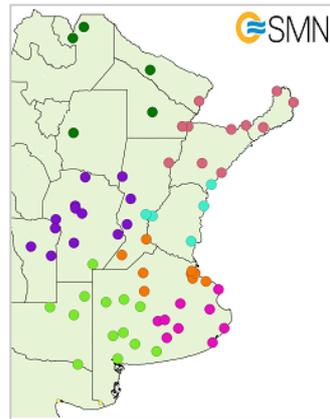
Finalizó la cosecha de girasol en toda la región Pampeana. Avanza la cosecha del maíz y la soja de primera ocupación y del sorgo, con interrupciones debido a las precipitaciones acaecidas. Las variedades de segunda se hallan en la fase de llenado de los granos o la madurez.



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

► Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua | Suelos

A continuación se presenta la evolución del almacenaje (BHOA) en el último año frente al periodo 1981-2021. Cada gráfico representa una zona del país, y los datos fueron obtenidos promediando los valores de las estaciones disponibles en la zona, según puede verse en el mapa:

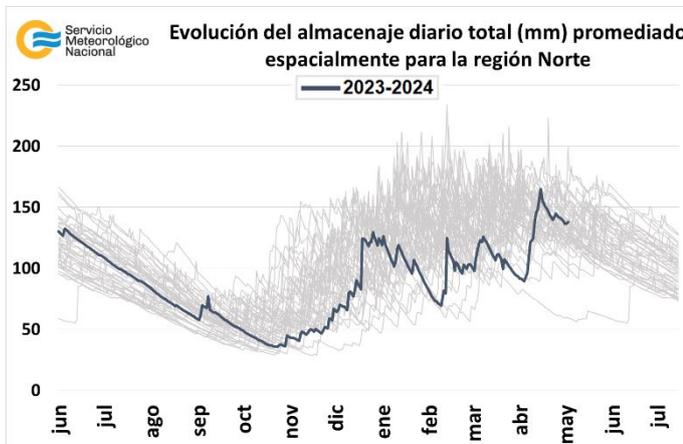


- Norte
- Central
- Litoral Norte
- Litoral Sur
- Zona Núcleo
- Pampeana Sudeste
- Pampeana Sudoeste

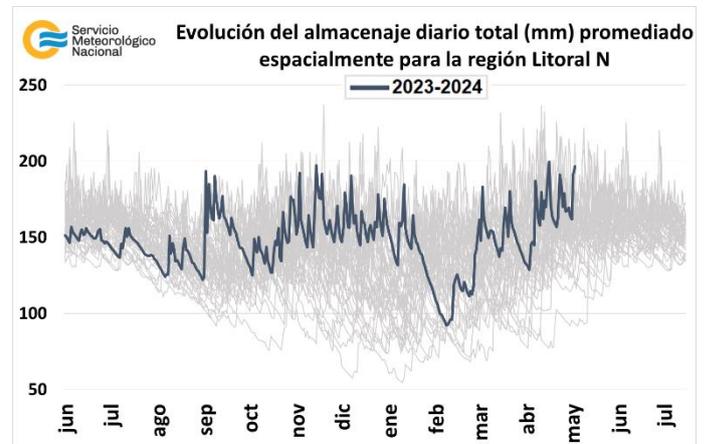
En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

La región Norte inició el mes de abril con uno de los almacenajes de agua en el suelo más bajos desde 1981 (el segundo más bajo); esta situación se revirtió gracias a las abundantes precipitaciones recibidas a lo largo del mes en gran parte de la región. Las condiciones hídricas en el perfil del suelo son buenas.

En la zona Litoral Norte las precipitaciones ocurridas fueron abundantes, aumentando el almacenaje de agua en los suelos, los cuales permanecen con excesos hídricos.



Región Norte



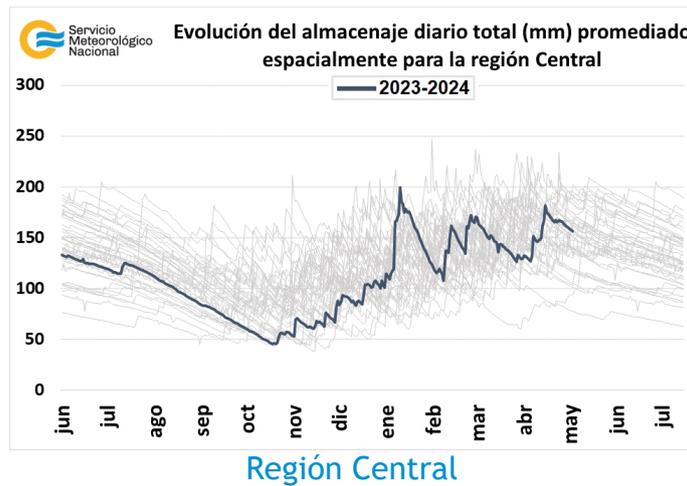
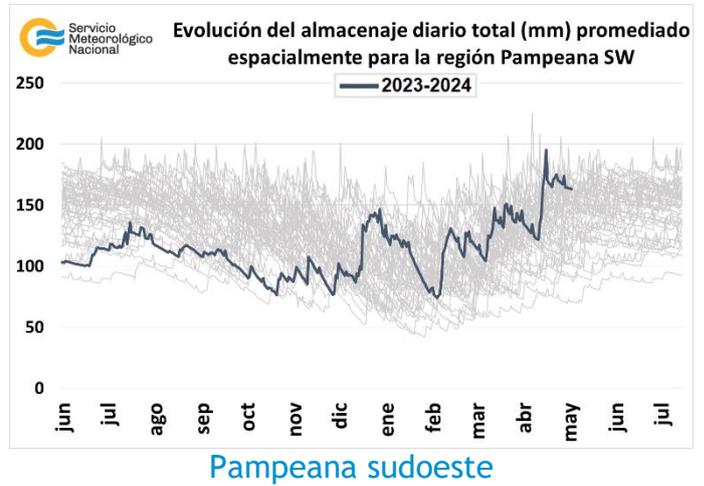
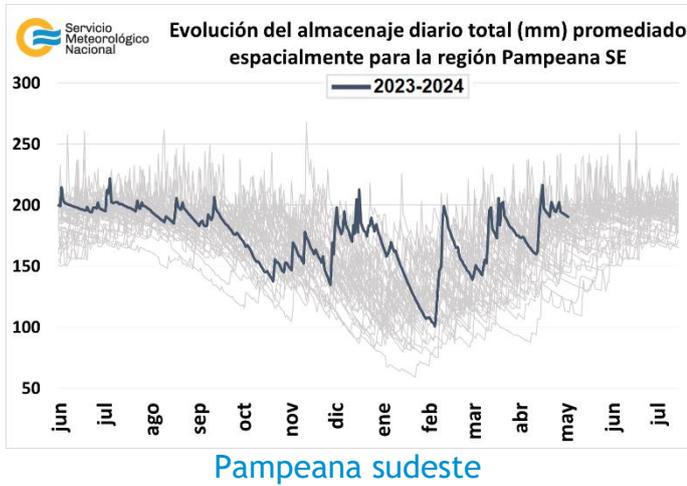
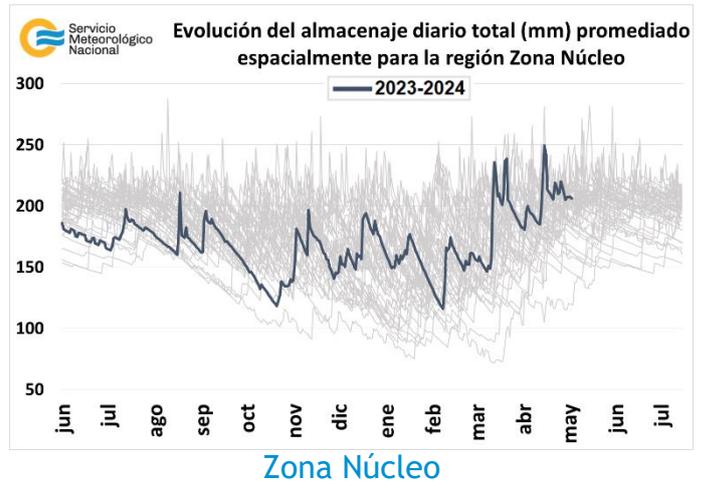
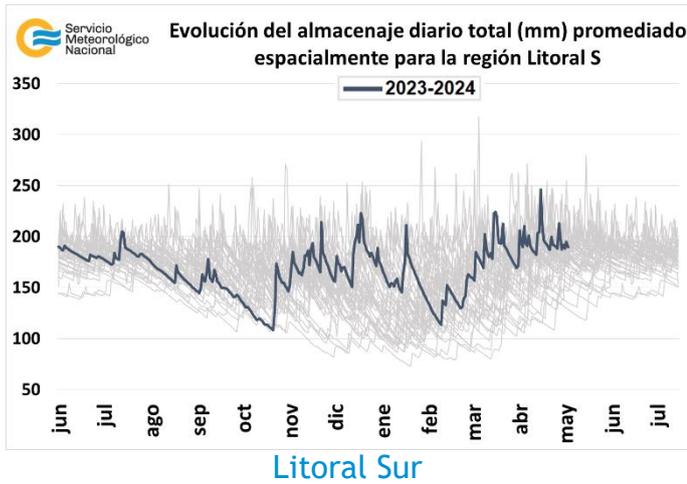
Litoral Norte

El sur del Litoral recibió abundantes lluvias, principalmente en la segunda década de abril, por lo que la humedad edáfica se mantuvo elevada a lo largo del mes.

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

En el sudoeste de la pradera Pampeana las precipitaciones más abundantes se registraron en la segunda década provocando un marcado aumento en la humedad edáfica, encontrándose el almacenaje de agua entre los registros más altos desde 1981.

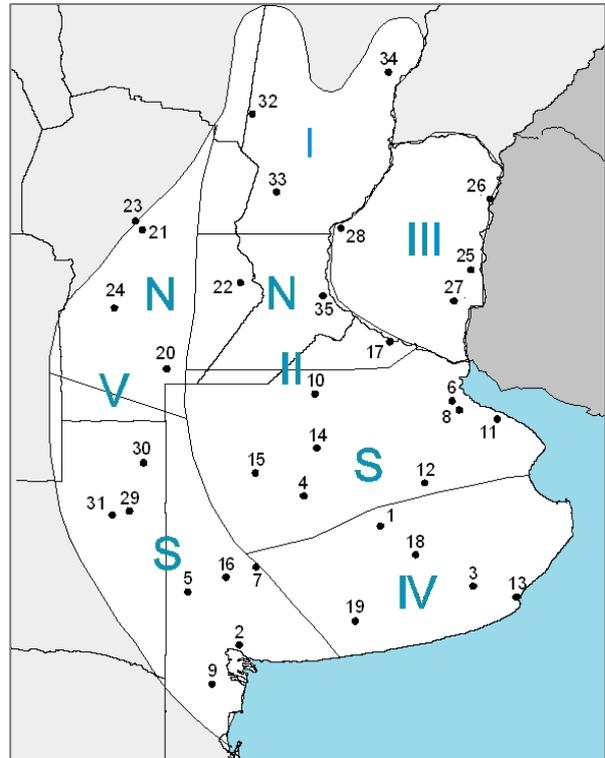
En la región central ocurrieron abundantes precipitaciones en la segunda década de abril principalmente, esto produjo un importante aumento en el contenido de agua en el suelo, presentando buenas condiciones al finalizar el mes.



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 maizales tardíos transitan la etapa de madurez, afectados por Spiroplasma. Avanza la cosecha de soja, obteniéndose buenos rindes en líneas generales.

REGIÓN II NORTE: avanza la cosecha del maíz de primera, con buenos rendimientos en líneas generales. Los lotes tardíos se observan en etapa de llenado de granos o madurez muy afectados por Spiroplasma. Prosigue la cosecha de soja de primera y segunda ocupación, a pesar de registrar una humedad de grano elevada, en las zonas que no presentan falta de piso. Continúa la cosecha de sorgo con rendimientos dispares, según las zonas.

REGIÓN II SUR: avanza la cosecha de maíz de primera ocupación con rendimientos de buenos a muy buenos. Prosigue la cosecha de soja de primera siembra con intermitencias por las precipitaciones acaecidas. Las variedades tardías alcanzaron el estado de madurez. El sorgo se halla en proceso de pérdida de humedad de granos previo a la cosecha.

REGIÓN III: avanza la cosecha de maíz con interrupciones temporarias debido a la persistencia de días lluviosos y con alto porcentaje de humedad. Prosigue la cosecha de soja, presentando muchas irregularidades entre los granos (verdes y húmedos). Las variedades de segunda ocupación alcanzaron el estado de madurez y comenzó la cosecha de los más adelantados. Continúa la cosecha de sorgo con intermitencias debido a la falta de piso.

REGIÓN IV: avanza la cosecha de los maizales de siembra temprana, obteniéndose rindes de regulares a buenos.

REGIÓN V NORTE: avanza la cosecha de maíz de primera con rendimientos buenos o muy buenos, según las zonas. Los lotes tardíos transitan el final de la fase de llenado de los granos o la madurez. Continúa la cosecha de soja en función de la mejoría de la humedad de los suelos. Las variedades tardías se visualizan en etapa de madurez. Inició la cosecha de sorgo, mientras que el resto de los lotes se hallan en etapa de llenado de los granos.

REGIÓN V SUR: comenzó la cosecha de maíz de primera ocupación de manera puntual, mientras que las variedades tardías se hallan en etapa de llenado de los granos. Prosigue la cosecha de soja con rendimientos heterogéneos según las zonas. Los lotes tardíos se observan mayormente en estado de llenado de los granos.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas se mantuvieron con valores superiores normales en Cuyo y en el norte del país mientras que en el sur de la región central se presentó una gran amplitud térmica, favorecida por las buenas condiciones meteorológicas, con desvíos positivos de temperaturas máximas y negativos de temperaturas mínimas. En el norte de la región central y sur del Litoral la amplitud térmica promedio fue menor debido a la persistencia de días nublados asociados al frente estacionario que se instaló en esta zona.

DÉCADA 1 ABRIL 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	23.3	27.2	5	9.4	4.4	4	16.3	15.3	1.0
Bahía Blanca	Buenos Aires	25.5	31.1	6	10.6	5.5	1	18.1	16.6	1.5
Balcarce	Buenos Aires	23.9	28.4	6	9.6	5.6	2	16.8	16.4	0.4
Bolívar	Buenos Aires	23.9	28.1	5	10.2	7.2	2	17.1	16.1	0.9
Bordenave	Buenos Aires	25.4	30.2	6	9.3	5.4	4	17.4	16.0	1.4
Castelar	Buenos Aires	24.5	29.2	5	12.9	8.5	2	18.7	18.7	0.0
Coronel Suarez	Buenos Aires	23.0	27.7	6	6.9	3.2	2	15.0	14.8	0.1
Ezeiza	Buenos Aires	24.0	27.9	5	12.9	8.2	2	18.4	18.4	0.0
Junín	Buenos Aires	25.1	29.4	5	11.7	7.8	2	18.4	17.4	1.0
La Plata	Buenos Aires	23.1	26.9	5	12.1	8.2	4	17.6	17.8	-0.2
Las Flores	Buenos Aires	24.1	28.0	5	12.5	8.8	10	18.3	16.7	1.6
Mar Del Plata	Buenos Aires	22.6	27.6	6	10.0	6.0	2	16.3	15.9	0.4
Nueve de Julio	Buenos Aires	25.5	30.4	5	11.9	9.1	2	18.7	17.1	1.6
Pehuajó	Buenos Aires	24.3	28.8	4	11.3	8.6	4	17.8	16.7	1.1
Pigüé	Buenos Aires	23.2	27.8	6	8.5	5.6	4	15.9	14.9	1.0
San Pedro	Buenos Aires	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	19.0	SD
Tandil	Buenos Aires	22.7	27.1	5	7.2	3.4	4	15.0	14.9	0.1
Tres Arroyos	Buenos Aires	24.8	29.4	5	9.4	5.1	4	17.1	15.6	1.5
Laboulaye	Córdoba	25.6	31.2	5	11.3	7.5	2	18.5	17.3	1.2
Manfredi	Córdoba	24.6	30.8	5	12.0	8.1	2	18.3	17.9	0.4
Marcos Juárez	Córdoba	25.0	31.4	5	11.6	8.8	8	18.3	18.4	-0.1
Pilar	Córdoba	24.2	29.2	5	13.0	9.7	10	18.6	18.3	0.3
Río Cuarto	Córdoba	26.3	31.7	5	12.7	8.9	10	19.5	17.5	2.0
C. del Uruguay	Entre Ríos	23.9	28.0	5	14.0	10.7	2	19.0	19.6	-0.6
Concordia	Entre Ríos	24.6	30.4	3	16.6	14.0	2	20.6	20.4	0.2
Gualeguaychú	Entre Ríos	23.3	27.5	5	14.6	10.1	2	18.9	19.4	-0.5
Paraná	Entre Ríos	23.7	29.2	5	14.6	13.0	2	19.1	19.6	-0.5
Anguil	La Pampa	25.6	30.3	6	10.3	6.0	4	18.0	16.8	1.2
General Pico	La Pampa	25.3	30.2	5	12.0	8.6	4	18.6	17.4	1.2
Santa Rosa	La Pampa	24.9	30.4	6	11.3	8.6	4	18.1	16.6	1.5
Ceres	Santa Fe	24.6	28.6	9	17.0	15.2	2	20.8	20.3	0.5
Rafaela	Santa Fe	25.4	31.2	5	15.6	12.3	8	20.5	20.1	0.4
Reconquista	Santa Fe	26.9	36.2	3	19.0	16.5	2	22.9	21.6	1.3
Rosario	Santa Fe	23.5	27.3	5	13.3	10.5	5	18.4	19.1	-0.7

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas y mínimas medias presentaron anomalías de signo contrario en gran parte del país; se registraron valores más moderados de ambas variables en las zonas mencionadas en el párrafo anterior, debido a la mayor cobertura nubosa, y en el sur de Cuyo, mientras que en parte de las provincias de Chubut y Santa Cruz hubo un incremento de la amplitud térmica. El NOA y Norte presentaron temperaturas inferiores a las normales, tanto la mínima como la máxima, y en Tierra del Fuego, por el contrario, fueron superiores.

DÉCADA 2 ABRIL 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	19.9	25.2	19	10.7	2.6	11	15.3	13.9	1.4
Bahía Blanca	Buenos Aires	19.1	21.9	18	11.4	6.5	18	15.2	15.1	0.1
Balcarce	Buenos Aires	20.9	26.6	20	11.3	6.1	12	16.1	14.9	1.2
Bolívar	Buenos Aires	19.9	27.1	19	11.4	5.8	11	15.7	14.9	0.8
Bordenave	Buenos Aires	18.8	22.4	18	10.6	4.3	18	14.7	14.6	0.1
Castelar	Buenos Aires	23.0	27.5	19	14.3	7.0	18	18.7	17.3	1.4
Coronel Suarez	Buenos Aires	18.7	26.1	19	9.4	4.8	20	14.1	13.3	0.8
Ezeiza	Buenos Aires	22.8	27.2	19	14.4	8.5	11	18.6	17.2	1.4
Junín	Buenos Aires	22.2	30.0	19	12.3	7.5	18	17.3	16.2	1.1
La Plata	Buenos Aires	22.4	25.9	20	13.3	7.6	11	17.8	16.5	1.3
Las Flores	Buenos Aires	21.8	28.5	19	12.5	3.2	11	17.2	15.4	1.8
Mar Del Plata	Buenos Aires	20.2	25.4	19	12.0	7.8	12	16.1	14.7	1.4
Nueve de Julio	Buenos Aires	21.3	29.3	19	12.4	6.9	18	16.9	15.9	1.0
Pehuajó	Buenos Aires	20.5	27.4	19	12.5	6.2	18	16.5	15.5	1.0
Pigüé	Buenos Aires	18.2	23.4	18	9.9	5.4	18	14.1	13.5	0.6
San Pedro	Buenos Aires	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	17.8	SD
Tandil	Buenos Aires	19.9	25.4	19	8.9	2.0	11	14.4	13.5	0.9
Tres Arroyos	Buenos Aires	20.0	24.7	19	10.6	5.5	11	15.3	14.1	1.2
Laboulaye	Córdoba	21.5	28.5	18	12.0	9.6	17	16.7	16.2	0.5
Manfredi	Córdoba	24.6	32.1	19	11.6	6.4	17	18.1	17.1	1.0
Marcos Juárez	Córdoba	23.5	31.0	20	13.2	10.3	18	18.4	17.2	1.2
Pilar	Córdoba	23.6	30.9	19	12.3	9.3	11	18.0	17.4	0.6
Río Cuarto	Córdoba	22.2	29.6	18	10.7	8.1	11	16.5	16.6	-0.2
C. del Uruguay	Entre Ríos	24.9	28.5	19	14.4	10.6	18	19.6	18.1	1.6
Concordia	Entre Ríos	24.7	27.6	20	15.8	11.1	17	20.3	19.0	1.3
Gualedaychú	Entre Ríos	23.9	29.0	19	14.5	11.2	18	19.2	18.0	1.2
Paraná	Entre Ríos	23.5	28.0	20	15.4	9.9	11	19.4	18.3	1.1
Anguil	La Pampa	19.7	27.5	19	10.1	4.3	18	14.9	15.6	-0.7
General Pico	La Pampa	20.6	27.2	19	11.5	7.7	18	16.0	16.2	-0.2
Santa Rosa	La Pampa	18.9	25.7	19	10.1	6.0	18	14.5	15.3	-0.8
Ceres	Santa Fe	23.9	30.6	20	14.9	12.2	17	19.4	18.9	0.5
Rafaela	Santa Fe	24.8	31.9	20	14.9	12.0	17	19.9	19.0	0.9
Reconquista	Santa Fe	25.4	30.6	20	16.7	11.9	17	21.0	20.2	0.8
Rosario	Santa Fe	23.7	29.1	20	14.1	9.7	11	18.9	17.7	1.2

2.3 TERCERA DÉCADA

A diferencia con la década previa, las temperaturas máximas y mínimas medias presentaron anomalías positivas en el norte del país y negativas en la Patagonia; con respecto a las temperaturas mínimas registradas fuera del abrigo meteorológico, se registraron hasta 2 días con temperaturas bajo cero a 5 cm del suelo en el sur de la región Pampeana.

DÉCADA 3 ABRIL 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	17.8	20.2	30	8.1	3.0	24	13.0	12.8	0.1
Bahia Blanca	Buenos Aires	18.6	23.4	29	8.1	2.4	24	13.3	13.6	-0.3
Balcarce	Buenos Aires	17.8	20.5	30	8.5	2.8	28	13.1	14.2	-1.1
Bolívar	Buenos Aires	18.7	20.1	21	9.2	4.3	24	13.9	13.6	0.3
Bordenave	Buenos Aires	18.7	21.9	29	7.0	0.6	24	12.9	13.2	-0.3
Castelar	Buenos Aires	20.9	24.0	28	11.6	3.6	28	16.3	15.9	0.3
Coronel Suarez	Buenos Aires	17.8	21.7	26	6.0	0.2	24	11.9	12.0	-0.1
Ezeiza	Buenos Aires	19.8	23.9	21	12.1	5.7	24	16.0	15.7	0.3
Junín	Buenos Aires	20.7	22.9	21	11.1	2.2	28	15.9	14.8	1.1
La Plata	Buenos Aires	19.1	20.9	23	11.1	4.4	28	15.1	15.1	0.0
Las Flores	Buenos Aires	18.1	20.5	29	10.7	5.2	28	14.4	14.1	0.3
Mar Del Plata	Buenos Aires	17.6	20.5	29	8.4	2.6	28	13.0	13.4	-0.4
Nueve de Julio	Buenos Aires	20.2	22.6	22	10.1	5.9	24	15.2	14.6	0.6
Pehuajó	Buenos Aires	19.4	20.8	28	9.4	3.8	24	14.4	14.1	0.3
Pigüé	Buenos Aires	17.3	20.5	29	6.7	1.3	24	12.0	12.1	-0.1
San Pedro	Buenos Aires	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	16.3	SD
Tandil	Buenos Aires	17.6	19.9	30	6.7	1.5	28	12.1	12.4	-0.3
Tres Arroyos	Buenos Aires	18.0	21.7	29	7.5	4.8	28	12.7	12.9	-0.2
Laboulaye	Córdoba	21.0	25.9	29	10.1	3.4	28	15.6	14.9	0.7
Manfredi	Córdoba	22.3	26.8	29	13.6	6.8	28	17.9	15.9	2.0
Marcos Juárez	Córdoba	22.2	25.9	21	13.2	5.0	28	17.7	16.0	1.7
Pilar	Córdoba	21.2	25.7	29	13.3	10.0	28	17.3	16.3	0.9
Río Cuarto	Córdoba	22.0	26.9	29	10.7	8.0	28	16.3	15.4	0.9
C. del Uruguay	Entre Ríos	23.3	29.9	21	13.5	4.8	28	18.4	16.7	1.7
Concordia	Entre Ríos	25.1	30.6	30	16.3	9.5	28	20.7	17.7	3.0
Gualedaychú	Entre Ríos	22.2	27.4	21	13.9	4.8	28	18.1	16.6	1.5
Paraná	Entre Ríos	22.3	29.4	21	15.2	8.4	28	18.8	17.1	1.7
Anguil	La Pampa	20.3	24.3	29	5.9	0.4	24	13.1	13.8	-0.7
General Pico	La Pampa	20.2	25.5	29	8.2	2.4	24	14.2	14.9	-0.7
Santa Rosa	La Pampa	19.2	22.8	29	6.9	1.8	24	13.0	13.7	-0.7
Ceres	Santa Fe	23.4	29.5	21	16.4	9.4	28	19.9	18.1	1.8
Rafaela	Santa Fe	23.8	30.1	21	16.1	9.4	28	19.9	17.7	2.3
Reconquista	Santa Fe	27.5	34.4	30	18.9	13.1	28	23.2	19.3	3.9
Rosario	Santa Fe	22.2	27.9	21	14.3	5.6	28	18.2	16.4	1.8

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

2.5 GRADOS DÍA

ABRIL 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de octubre				Días con Tmáx>30°C
		BASE 10		BASE 13		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	146.3	1771.0	70.6	1177.0	0
Bahia Blanca	Buenos Aires	165.7	2224.3	84.9	1605.6	2
Balcarce	Buenos Aires	160.1	1858.0	81.7	1254.1	0
Bolívar	Buenos Aires	167.3	1979.4	84.5	1363.2	0
Bordenave	Buenos Aires	149.1	2068.1	71.8	1464.9	1
Castelar	Buenos Aires	236.3	2465.3	146.3	1830.9	0
Coronel Suarez	Buenos Aires	110.0	1741.7	41.7	1155.1	0
Ezeiza	Buenos Aires	229.8	2366.6	140.3	1735.6	0
Junín	Buenos Aires	215.6	2274.9	127.7	1647.7	0
La Plata	Buenos Aires	205.7	2124.9	117.7	1505.3	0
Las Flores	Buenos Aires	199.5	2058.8	115.1	1443.4	0
Mar Del Plata	Buenos Aires	153.8	1657.0	75.3	1077.3	0
Nueve de Julio	Buenos Aires	207.2	2262.6	120.2	1634.7	1
Pehuajó	Buenos Aires	186.7	2202.0	102.0	1577.3	0
Pigüé	Buenos Aires	120.1	1776.8	49.9	1184.9	0
San Pedro	Buenos Aires	SD	1894.1	SD	1442.5	SD
Tandil	Buenos Aires	117.4	1579.0	46.8	1007.6	0
Tres Arroyos	Buenos Aires	151.3	1948.0	73.7	1344.4	0
Laboulaye	Córdoba	207.7	2385.3	118.1	1753.8	1
Manfredi	Córdoba	243.1	2599.7	153.1	1969.6	5
Marcos Juárez	Córdoba	243.3	2506.6	154.2	1875.6	2
Pilar	Córdoba	237.7	2633.6	147.9	2001.5	3
Río Cuarto	Córdoba	223.1	2386.5	134.6	1756.4	1
C. del Uruguay	Entre Ríos	269.8	2623.6	179.8	1991.1	0
Concordia	Entre Ríos	315.4	2812.4	225.4	2174.5	2
Gualedguaychú	Entre Ríos	262.2	2590.5	172.6	1959.7	0
Paraná	Entre Ríos	273.3	2728.2	183.3	2092.4	0
Anguil	La Pampa	160.1	2241.3	82.9	1628.1	2
General Pico	La Pampa	188.6	2299.1	104.3	1673.1	1
Santa Rosa	La Pampa	156.2	2239.2	79.2	1622.9	1
Ceres	Santa Fe	301.0	3020.9	211.0	2382.9	1
Rafaela	Santa Fe	303.2	2998.0	213.2	2360.0	4
Reconquista	Santa Fe	371.8	3174.4	281.8	2535.4	5
Rosario	Santa Fe	256.0	2590.8	166.0	1955.9	0

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

MES: grados día acumulados en el mes

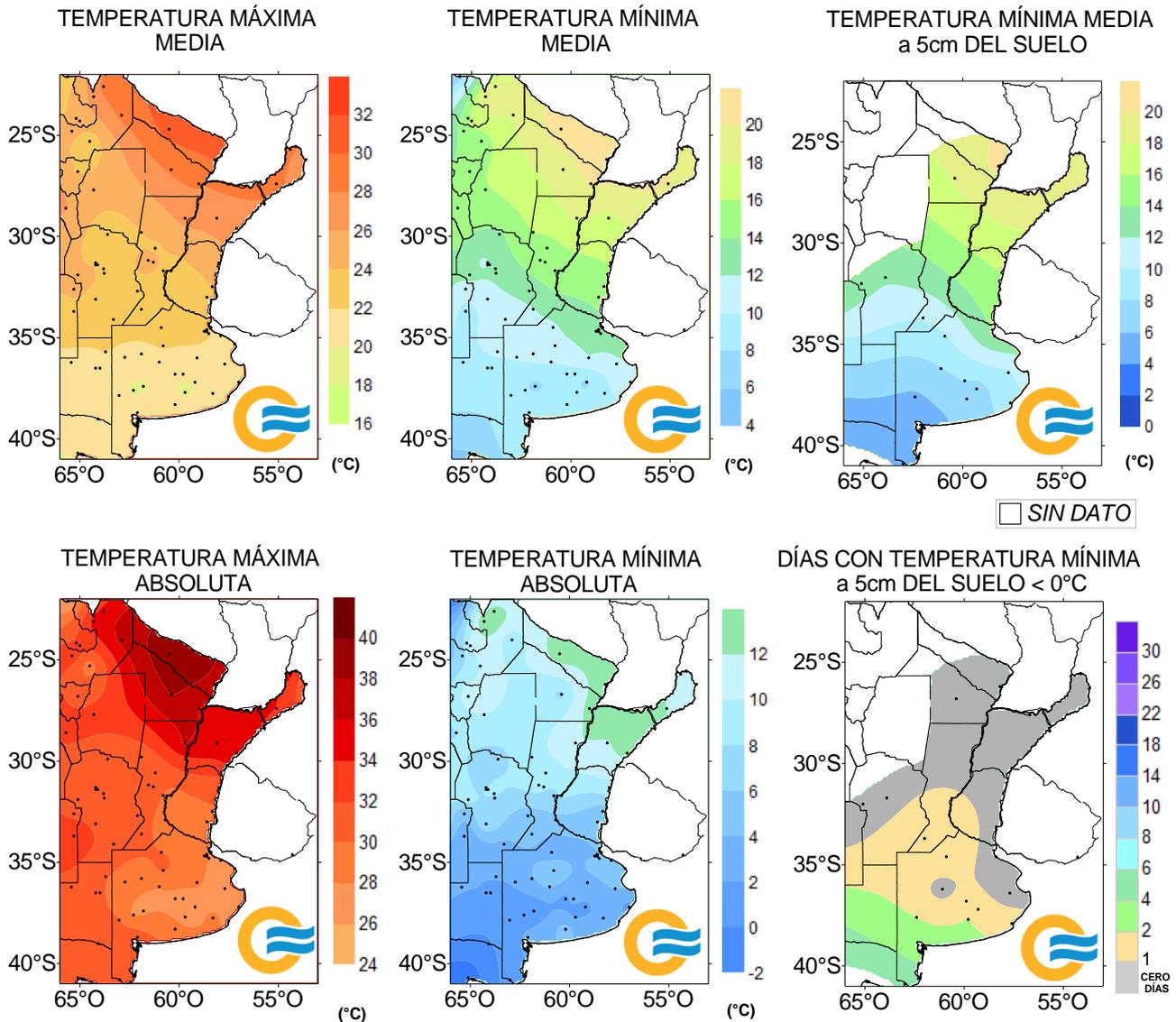
TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.

Datos faltantes en marzo y abril de 2024

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

ABRIL 2024



2.7 MONITOREO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

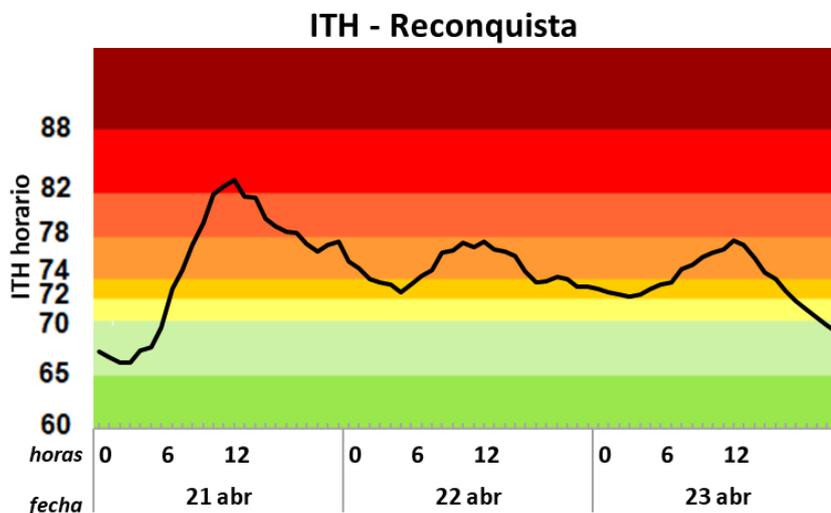
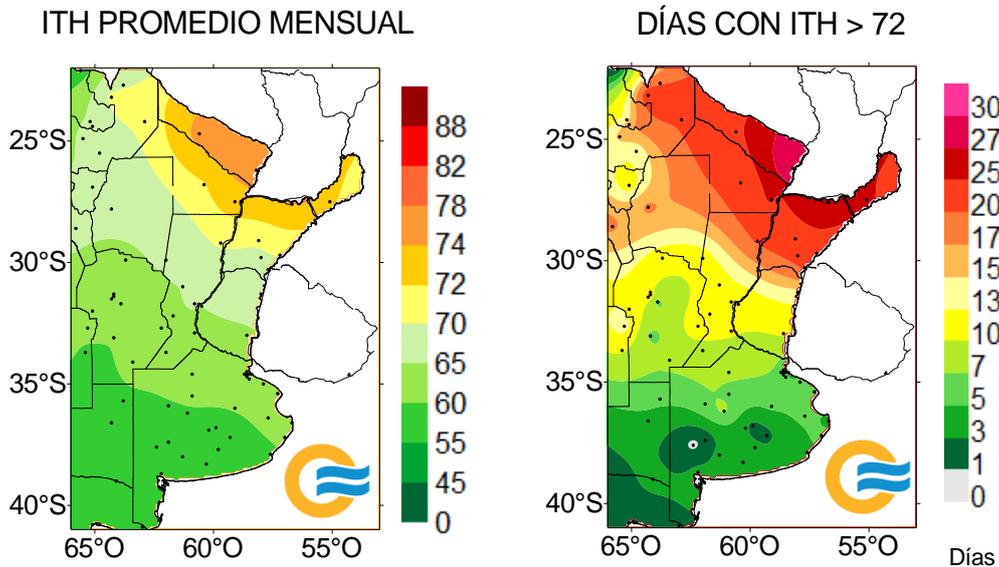
El ITH* es un índice biometeorológico que permite cuantificar el estrés calórico a través de la temperatura y la humedad del aire. Este índice puede ser utilizado para el ganado vacuno, caprino, etc. En particular lo aplicamos a las vacas lecheras, donde se ha establecido que la zona de confort térmico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

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

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

Para esta época del año no suelen registrarse condiciones ambientales desfavorables para el ganado. Sólo en el noreste del territorio se registraron más de 25 días con el índice de temperatura y humedad mayor al umbral de 72, principalmente en las horas de máxima radiación. Dentro de la cuenca lechera, en la zona de Reconquista se registraron 60 horas consecutivas con el ITH superior a 72, donde la producción de leche se puede ver afectada. Esto ocurrió del 21 al 23 de abril, si bien las temperaturas no fueron elevadas, sí lo fue la humedad.

ABRIL 2024



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

3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

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

3.1 PRIMERA DÉCADA

La persistencia de un frente estacionario en el norte de la región del Litoral y norte del país dejó los principales acumulados de precipitación a lo largo de esta primera década de abril. Por otra parte, se registró el pasaje de un frente frío durante el comienzo del período, con precipitaciones muy puntuales asociadas. Posteriormente, se observó un período de buenas condiciones de tiempo favorecidas por la presencia de altas presiones y luego, un segundo frente frío se desplazó desde la región patagónica hacia el noreste del país hacia el final de la década. Los mayores valores de lluvia acumulada se registraron en Corrientes (217.8 mm), Resistencia (207.9 mm), Formosa (146 mm), Ituzaingó (109 mm), Las Lomitas (99 mm), Villa María del Río Seco (94.3 mm) y Oberá (81 mm). En la localidad de Rivadavia se acumularon 123 mm en total, de los cuales 105 mm se registraron el día 9. En la franja central del país y en el norte de la Patagonia las lluvias acaecidas resultaron deficitarias respecto a lo esperado.

Las precipitaciones acaecidas favorecieron al aumento de la cantidad de agua almacenada en el suelo en el centro y norte del Litoral y en el norte del territorio nacional, alcanzando condiciones de excesos en las zonas donde se registraron los mayores acumulados de lluvia de esta década. En el sur de la zona central y sur del Litoral se observó un descenso del agua retenida en el suelo, presentando condiciones de humedad entre regulares (al oeste) y óptimas (al este), según el modelo de balance hídrico analizado.

DÉCADA 1 ABRIL 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.0	-33.2	0	-	-
Bahía Blanca	Buenos Aires	1.0	-18.7	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-33.5	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	0.0	-43.2	0	-	-
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-20.5	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	34.6	-8.5	2	29.4	2
Coronel Suarez	Buenos Aires	0.0	-27.7	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	24.0	-15.1	2	17.0	2
Junín	Buenos Aires	40.0	-17.9	1	40.0	2
La Plata	Buenos Aires	35.2	-6.9	2	19.0	2
Las Flores	Buenos Aires	0.3	-52.6	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	6.0	-29.0	1	6.0	1
Nueve de Julio	Buenos Aires	0.0	-52.6	0	-	-
Pehuajó	Buenos Aires	3.0	-34.0	1	3.0	10
Pigüé	Buenos Aires	0.0	-29.2	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	0.7	-37.4	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.0	-26.3	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	4.9	-33.3	1	4.0	10
Manfredi	Córdoba	35.0	5.6	3	24.5	6
Marcos Juárez	Córdoba	14.2	-31.8	1	14.0	6
Pilar	Córdoba	46.0	14.5	3	34.0	6
Río Cuarto	Córdoba	5.0	-28.9	1	5.0	10
C. del Uruguay	Entre Ríos	29.9	-12.3	3	24.5	3
Concordia	Entre Ríos	72.0	12.9	3	34.0	1
Gualedaychú	Entre Ríos	50.0	9.4	3	39.0	3
Paraná	Entre Ríos	21.0	-37.2	2	18.0	3
Anguil	La Pampa	2.0	-16.6	1	2.0	6
General Pico	La Pampa	2.0	-33.2	1	2.0	10
Santa Rosa	La Pampa	7.1	-15.2	1	7.0	6
Ceres	Santa Fe	59.4	9.5	4	51.0	6
Rafaela	Santa Fe	5.6	-42.0	3	2.8	6
Reconquista	Santa Fe	33.2	-22.0	3	17.0	6
Rosario	Santa Fe	18.3	-27.9	1	18.0	3

3.2 SEGUNDA DÉCADA

La intensidad del anticiclón del Atlántico, combinada con una baja segregada en el norte de Chile, trajo abundantes precipitaciones en toda la región centro-este y Litoral durante la primera mitad de la década. Los mayores montos acumulados de lluvia en 10 días (Tabla I) se registraron en el noroeste de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba, y en el centro de la Mesopotamia, coincidentes en su mayoría con las mayores anomalías. Las lluvias recargaron de agua el perfil edáfico, las condiciones hídricas de los suelos van de regulares a óptimas en el NOA y se mantiene como exceso en las estaciones de Corrientes Aero y Resistencia Aero.

Tabla I. Precipitaciones decádicas (mm) más altas.

Localidad	Provincia	Precipitación acumulada (mm)	Anomalía (mm)	Anomalía porcentual (%)
Bolívar Aero	Buenos Aires	205.9	167.9	441.8
Nueve De Julio	Buenos Aires	190.0	149.5	369.1
Junín Aero	Buenos Aires	189.3	155.9	466.8
Posadas Aero	Misiones	176.0	106.8	154.3
Marcos Juárez Aero	Córdoba	160.0	127.8	396.9
Ituzaingó	Corrientes	145.0	58.3	67.2
Paso De Los Libres Aero	Corrientes	139.9	77.4	123.8
Venado Tuerto	Santa Fe	133.1	109.5	464.0
Pehuajó Aero	Buenos Aires	131.8	104.0	374.1
Sauce Viejo Aero	Santa Fe	131.0	101.5	344.1
Oberá	Misiones	127.0	40.3	46.5
Villa Gesell Aero	Buenos Aires	118.0	90.2	324.5
Mercedes Aero	Corrientes	117.0	63.3	117.9
Rosario Aero	Santa Fe	117.0	77.7	197.7
Paraná Aero	Entre Ríos	115.0	79.8	226.7
Pigüé Aero	Buenos Aires	109.0	86.6	386.6
Las Flores Aero	Buenos Aires	108.0	69.2	178.4
Santa Rosa Aero	La Pampa	106.0	90.4	579.5
Concordia Aero	Entre Ríos	103.0	46.1	81.0
Azul Aero	Buenos Aires	102.4	66.1	182.1

DÉCADA 2 ABRIL 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	102.4	66.1	5	41.0	15
Bahía Blanca	Buenos Aires	79.0	58.7	4	53.0	15
Balcarce	Buenos Aires	6.3	-24.6	1	6.0	14
Bolívar	Buenos Aires	205.9	167.9	5	119.0	15
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-17.9	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	50.6	18.3	4	18.4	13
Coronel Suarez	Buenos Aires	91.1	69.6	5	54.0	15
Ezeiza	Buenos Aires	73.3	42.1	4	31.0	13
Junín	Buenos Aires	189.3	155.9	4	61.0	15
La Plata	Buenos Aires	87.7	55.6	4	52.0	13
Las Flores	Buenos Aires	108.0	69.2	4	72.0	13
Mar Del Plata	Buenos Aires	40.0	0.9	4	26.0	15
Nueve de Julio	Buenos Aires	190.0	149.5	5	89.0	15
Pehuajó	Buenos Aires	131.8	104.0	5	62.0	13
Pigüé	Buenos Aires	109.0	86.6	5	84.0	15
Tandil	Buenos Aires	47.0	11.9	5	30.0	13
Tres Arroyos	Buenos Aires	70.9	42.8	4	47.0	15
Laboulaye	Córdoba	89.0	67.9	5	42.0	14
Manfredi	Córdoba	44.9	31.0	3	21.5	14
Marcos Juárez	Córdoba	160.0	127.8	4	92.0	14
Pilar	Córdoba	47.6	31.9	4	23.0	12
Río Cuarto	Córdoba	58.2	44.5	4	23.0	13
C. del Uruguay	Entre Ríos	89.9	38.8	4	55.5	14
Concordia	Entre Ríos	103.0	46.1	4	47.0	14
Gualedaychú	Entre Ríos	70.8	31.6	4	33.0	14
Paraná	Entre Ríos	115.0	79.8	4	67.0	14
Anguil	La Pampa	1.5	-15.5	1	1.5	11
General Pico	La Pampa	80.2	60.2	5	41.0	13
Santa Rosa	La Pampa	106.0	90.4	5	40.0	15
Ceres	Santa Fe	97.6	68.7	3	67.0	14
Rafaela	Santa Fe	8.7	-23.4	3	3.0	12
Reconquista	Santa Fe	23.7	-28.9	2	14.0	14
Rosario	Santa Fe	117.0	77.7	4	55.0	15

3.3 TERCERA DÉCADA

Se produjeron precipitaciones en la mayor parte del país y a lo largo de cada día de la tercera década de abril de 2024.

A comienzos de esta década, la presencia de un frente estacionario ubicado en el norte de Buenos Aires y un segundo frente estacionario posicionado en el norte del Litoral generó lluvias y tormentas en estas regiones así como también en La Pampa, las lluvias más abundantes se muestran en la Tabla II.

A mediados del período, un frente estacionario ubicado en el norte del Litoral y el avance de un sistema frontal frío hacia la región Pampeana generaron precipitaciones de variada intensidad en esas zonas, registrándose 58 mm de lluvia en Ituzaingó el día 25/04/2024; y 97 mm y 47 mm en Monte Caseros los días 26/04/2024 y 27/04/2024 respectivamente.

A finales de la década, el ingreso de un sistema frontal frío en el centro de la Patagonia dio lugar a precipitaciones en esa región, observándose 43 mm de lluvia en Chapelco y 35 mm en Bariloche el día 29/04/2024.

La mayor frecuencia de lluvias en estos 10 días, así como también las más abundantes se observan en el Litoral, centro de Buenos Aires y en el noroeste de la Patagonia.

Como consecuencia de las abundantes lluvias recibidas en la zona triguera de secano, se mantienen los excesos hídricos en el este de dicha zona, mientras que en el oeste las condiciones de humedad en el suelo son buenas.

Tabla II. Precipitaciones diarias (mm) más altas que superaron los 40 mm.

Localidad	Provincia	Precipitación diaria (mm)	Fecha
Posadas Aero	Misiones	109	22/4/2024
Iguazú Aero	Misiones	96	23/4/2024
Ituzaingó	Corrientes	86	22/4/2024
Las Flores Aero	Buenos Aires	72	21/4/2024
Formosa Aero	Formosa	53	23/4/2024
Oberá Aero	Misiones	52	22/4/2024
Monte Caseros Aero	Corrientes	49	21/4/2024
Bernardo De Irigoyen Aero	Misiones	46	22/4/2024
Bernardo De Irigoyen Aero	Misiones	43	23/4/2024
Pehuajó Aero	Buenos Aires	42	21/4/2024
Resistencia Aero	Chaco	40	21/4/2024

DÉCADA 3 ABRIL 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	18.3	-2.8	3	6.0	21
Bahía Blanca	Buenos Aires	20.4	7.1	1	19.0	22
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-20.9	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	35.3	9.8	3	19.0	21
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-16.7	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	40.6	12.4	5	26.0	25
Coronel Suarez	Buenos Aires	26.8	6.2	3	20.0	22
Ezeiza	Buenos Aires	53.1	22.7	5	20.0	25
Junín	Buenos Aires	20.0	-16.2	3	15.0	24
La Plata	Buenos Aires	60.4	35.0	5	20.0	25
Las Flores	Buenos Aires	122.2	98.4	5	72.0	21
Mar Del Plata	Buenos Aires	17.5	-5.8	2	13.0	22
Nueve de Julio	Buenos Aires	69.5	44.5	4	39.0	21
Pehuajó	Buenos Aires	49.4	23.0	3	42.0	21
Pigüé	Buenos Aires	23.5	3.1	3	9.0	22
Tandil	Buenos Aires	9.1	-11.2	2	7.0	22
Tres Arroyos	Buenos Aires	21.0	2.3	2	19.0	22
Laboulaye	Córdoba	3.1	-26.3	1	2.0	22
Manfredi	Córdoba	4.6	-19.5	2	3.3	21
Marcos Juárez	Córdoba	13.2	-15.9	2	8.0	21
Pilar	Córdoba	4.8	-12.9	1	4.0	21
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-19.3	0	-	-
C. del Uruguay	Entre Ríos	35.3	-13.5	4	16.0	29
Concordia	Entre Ríos	46.0	-11.2	4	27.0	26
Gualedguaychú	Entre Ríos	35.0	-9.6	3	27.0	29
Paraná	Entre Ríos	11.8	-31.5	2	7.0	21
Anguil	La Pampa	46.0	22.0	6	34.3	29
General Pico	La Pampa	15.2	-9.1	2	12.0	21
Santa Rosa	La Pampa	9.0	-16.8	1	8.0	21
Ceres	Santa Fe	28.4	6.1	3	20.0	21
Rafaela	Santa Fe	6.7	-36.5	1	3.8	21
Reconquista	Santa Fe	50.1	16.4	4	29.0	25
Rosario	Santa Fe	4.0	-30.4	2	2.0	21

[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

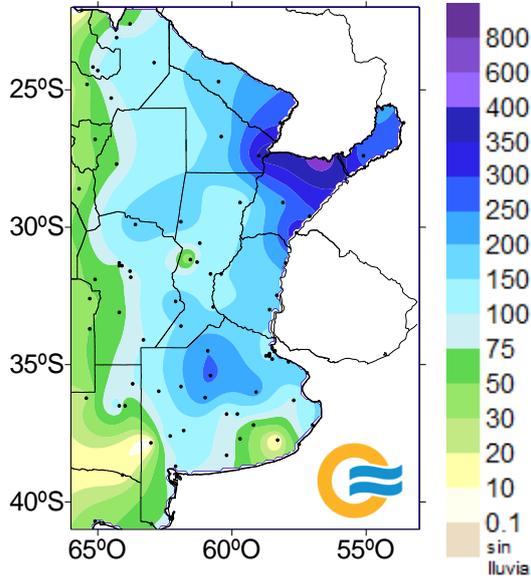
DN: desvío del promedio

DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

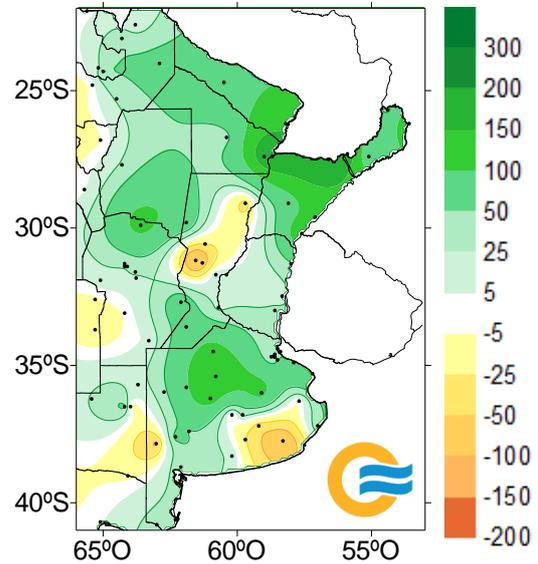
3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

ABRIL 2024

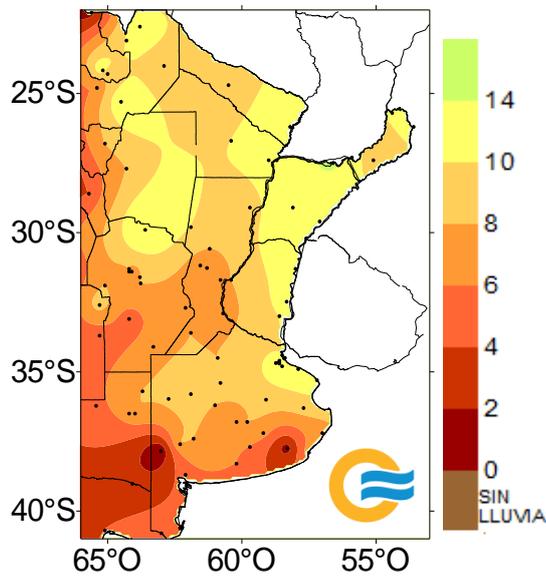
PRECIPITACIÓN (mm)



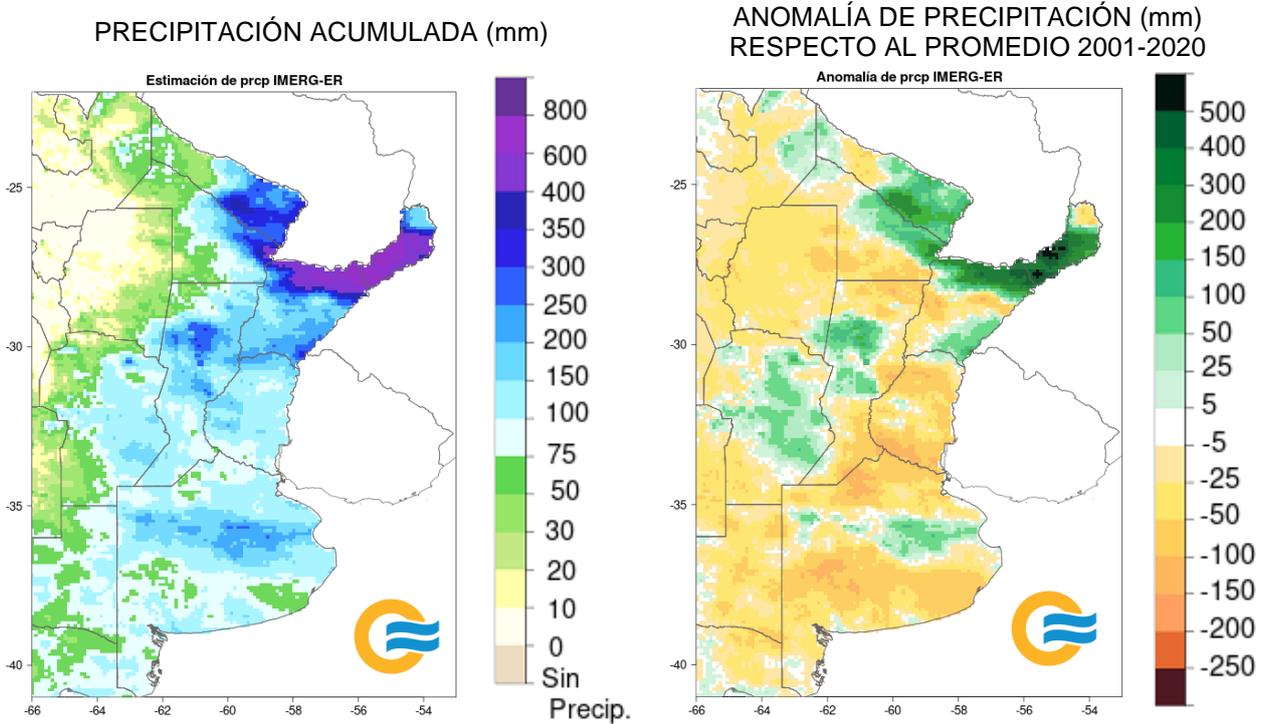
DESVÍO (mm)



DÍAS CON PRECIPITACIÓN



PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER ABRIL 2024



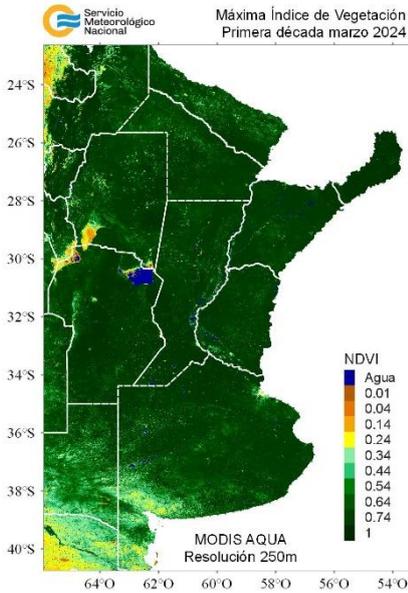
4. ÍNDICES SALTELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

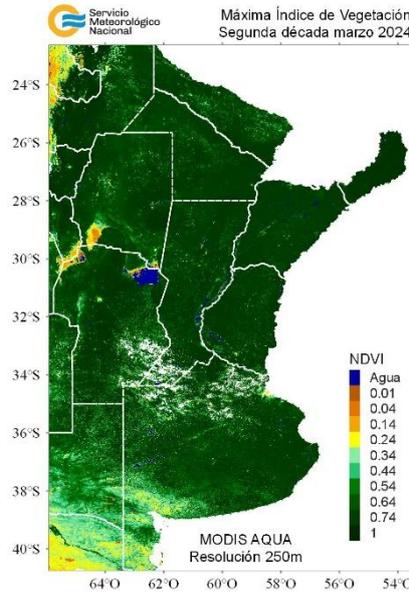
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de marzo y abril de 2024. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se nota una disminución de la actividad fotosintética, en parte asociado al progreso de la cosecha de los cultivos de verano.

MARZO 2024

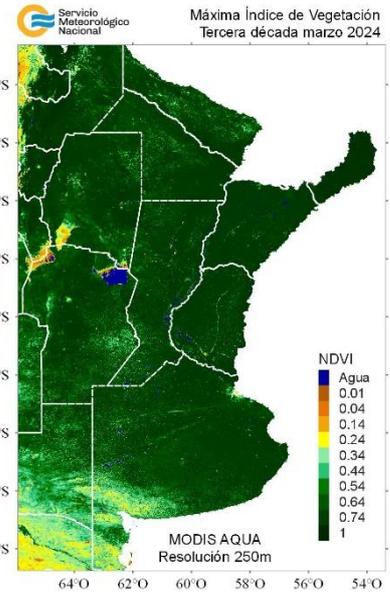
DÉCADA 1



DÉCADA 2

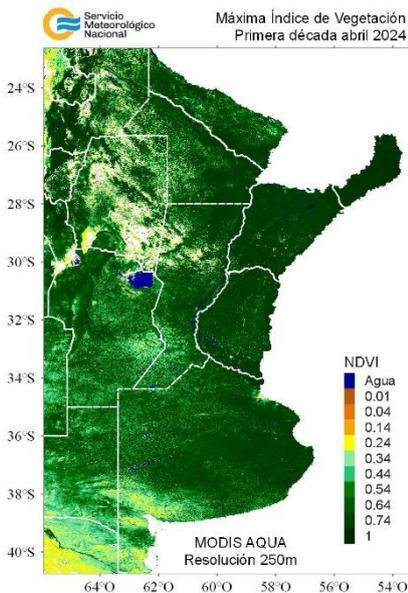


DÉCADA 3

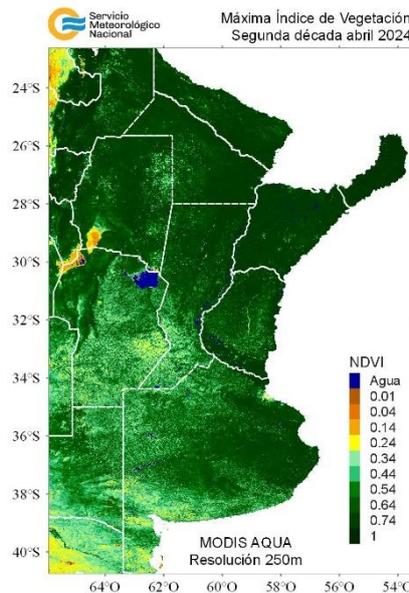


ABRIL 2024

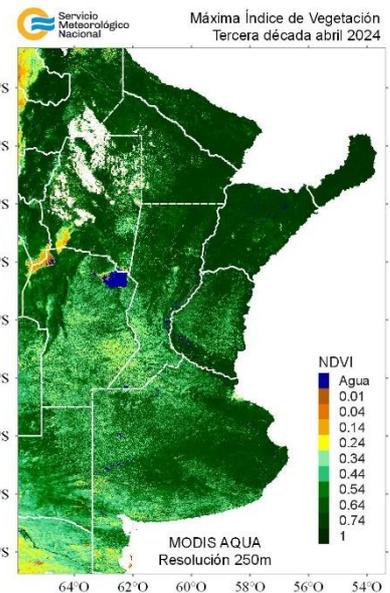
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3

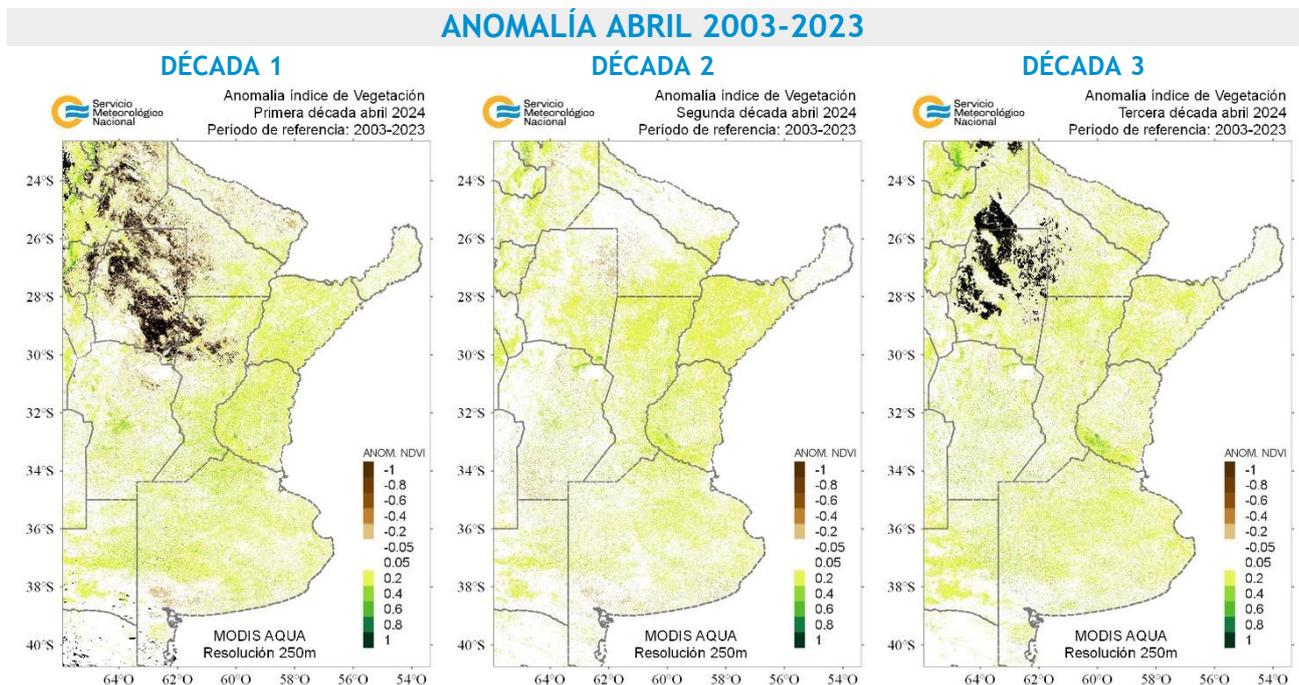
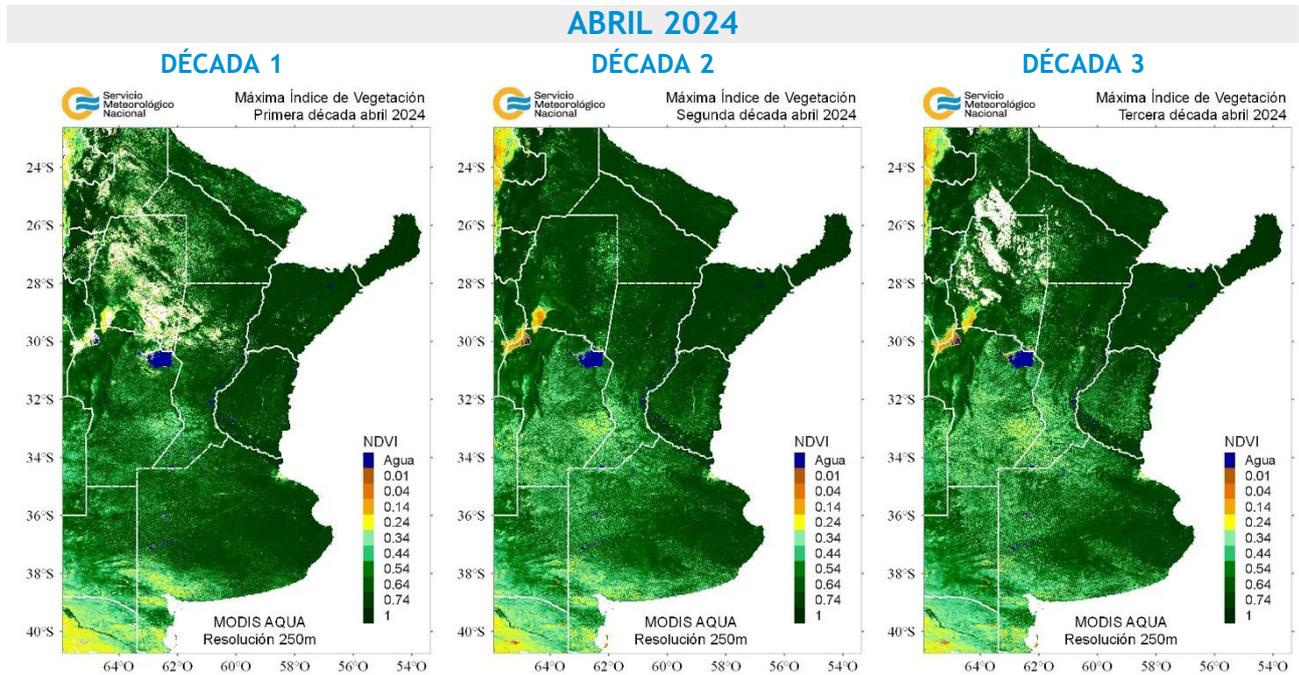


4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

En los siguientes mapas se presenta los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de abril 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; los desvíos negativos respecto a los 20 años previos continúan registrándose en gran parte de Formosa y Chaco.



4.3. HUMEDAD DEL SUELO

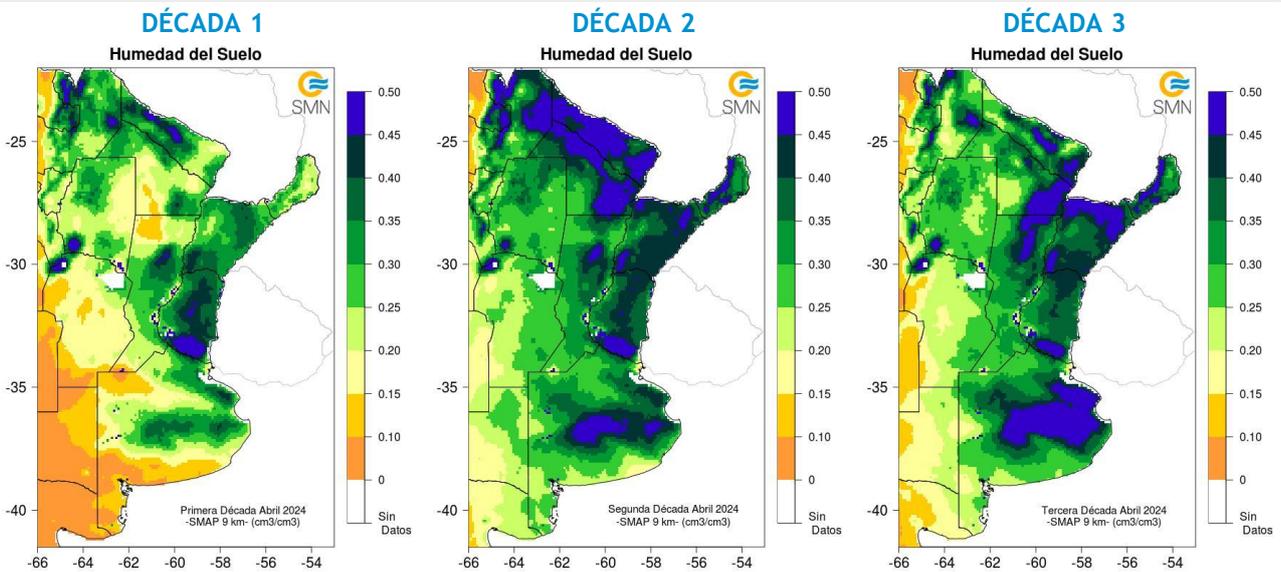
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

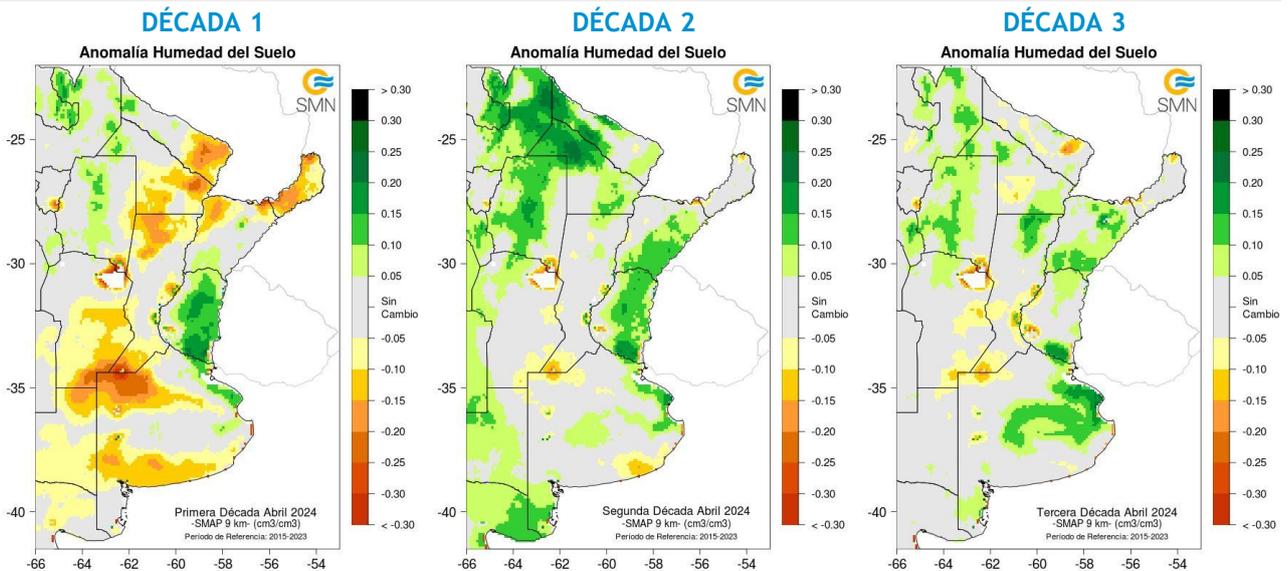
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2024 respecto al periodo 2015-2023, para cada década.

Gracias a las precipitaciones ocurridas a lo largo del mes de abril, los suelos se han recargado de humedad en la mayor parte de la región productiva de secano, resultando mayor al contenido de agua promedio 2015-2022.

ABRIL 2024 HUMEDAD DEL SUELO



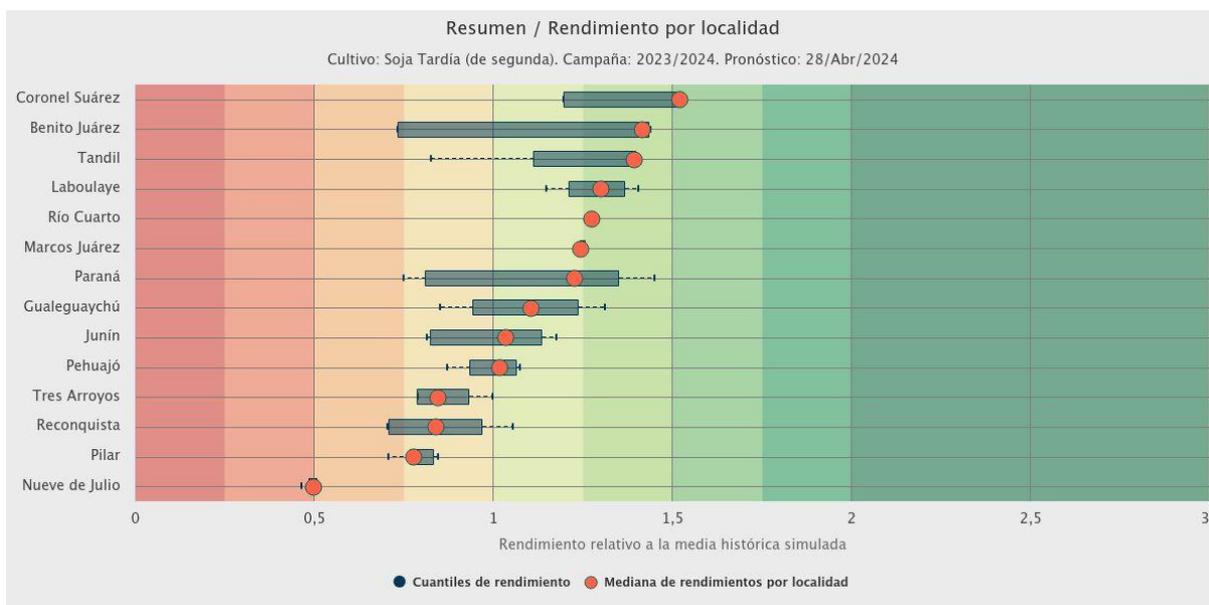
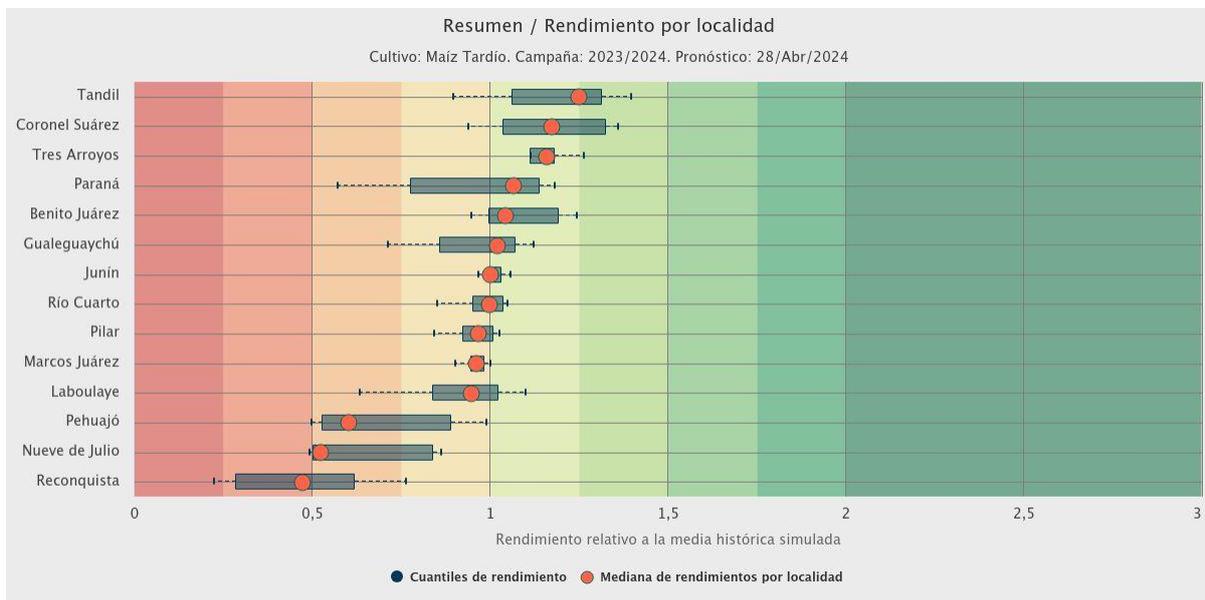
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

ProRindes es una herramienta para estimar el rendimiento de soja, maíz, trigo y cebada en varias localidades de la región Pampeana y a lo largo de toda una campaña agrícola. En este momento del año se simula el rendimiento de maíz y soja. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 28/04/2024 (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 maíz y la soja de siembra tardía en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Se observan buenas perspectivas de rinde de ambos cultivos para la mayoría de las localidades simuladas, a excepción de aquellas zonas en donde las precipitaciones llegaron de forma tardía, y los cultivos atravesaron la mayor parte de la fase vegetativa bajo condiciones de estrés hídrico.



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.

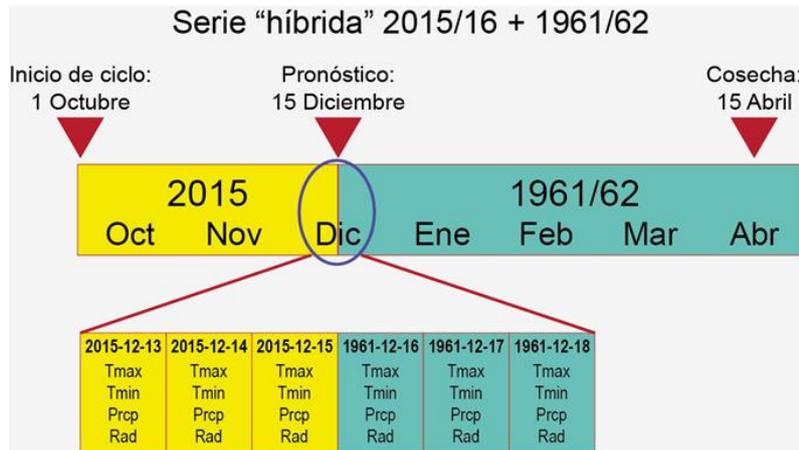


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

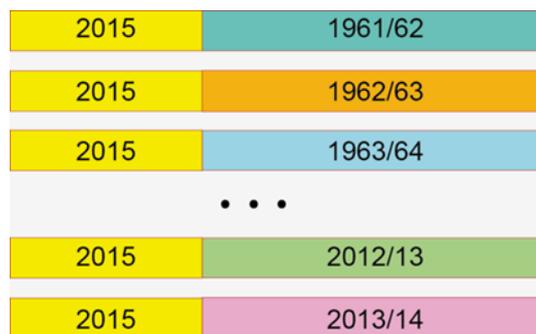


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

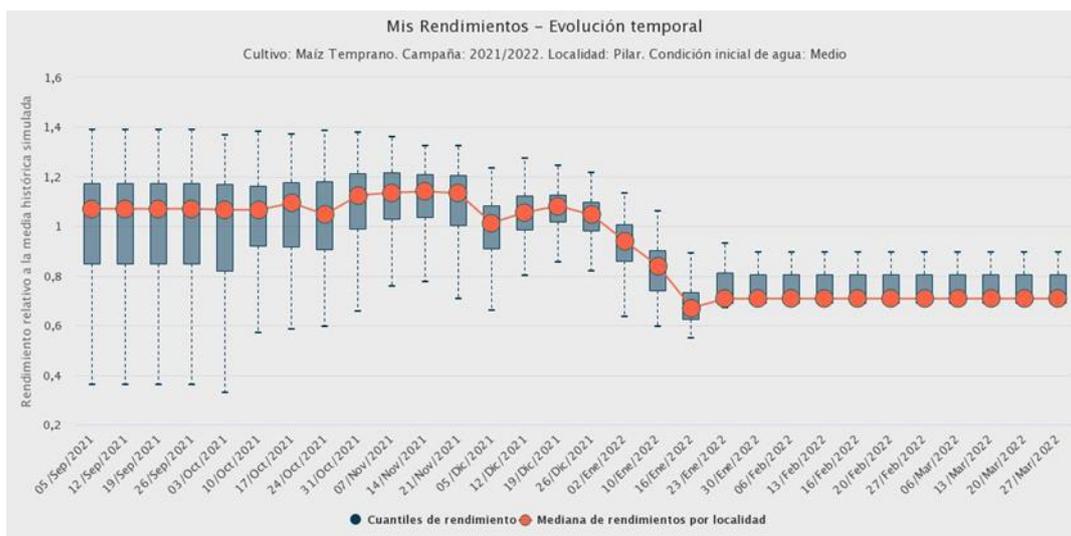


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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.

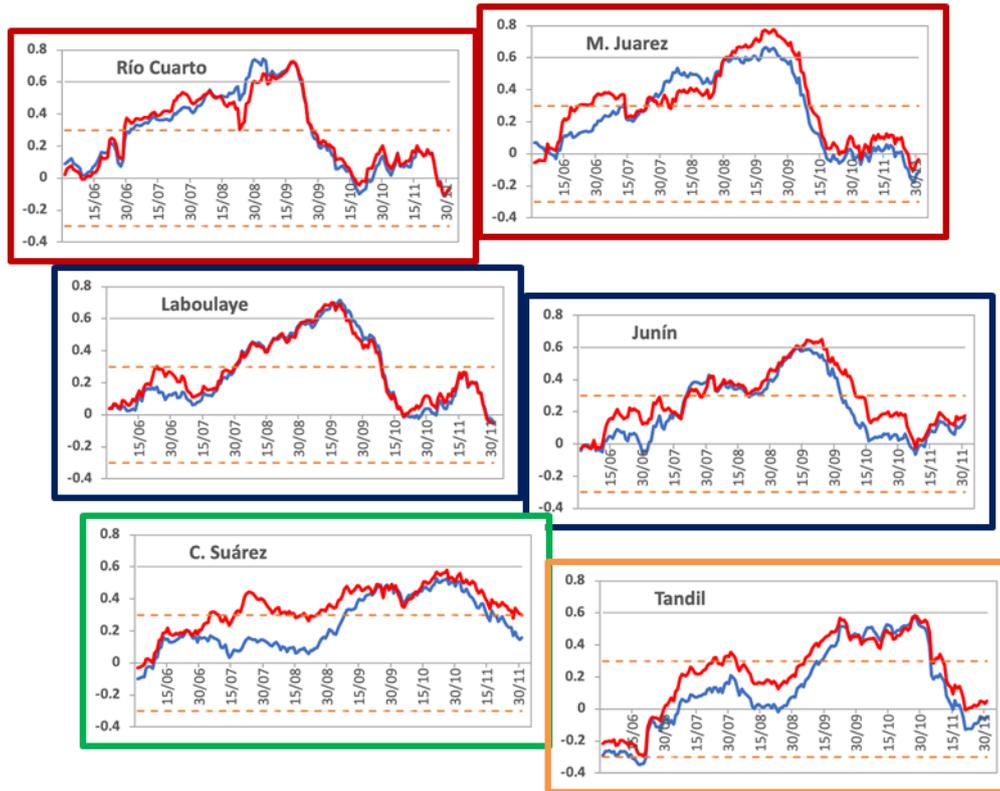


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

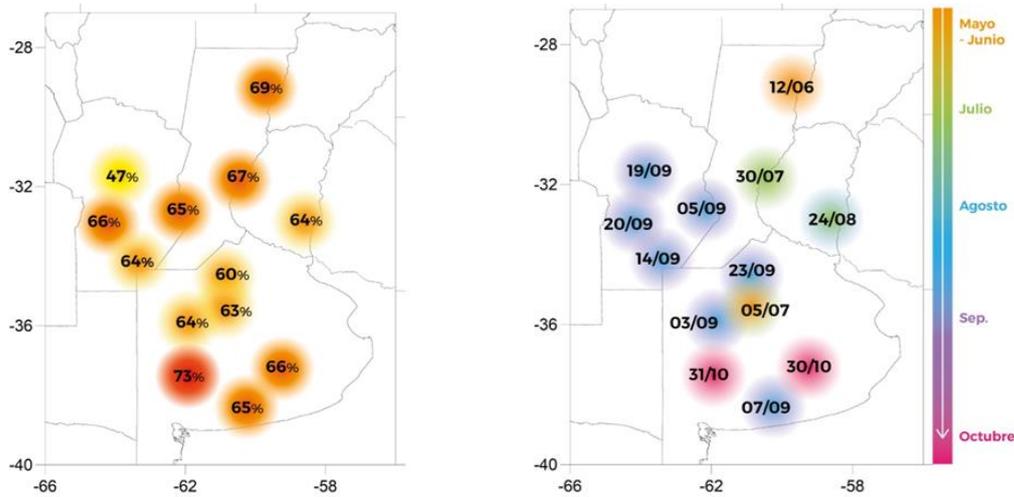


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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).

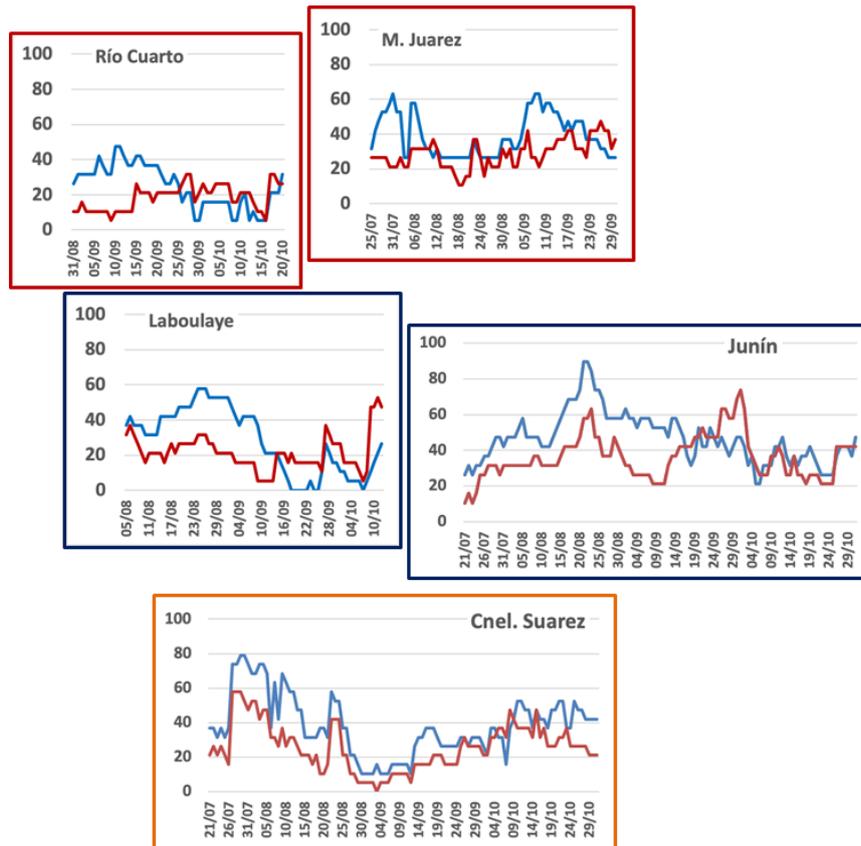


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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.

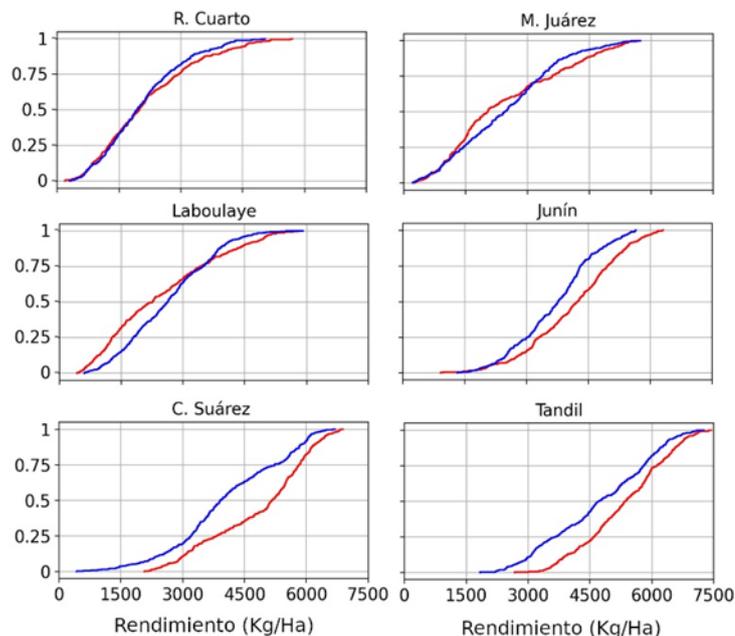


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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



Ministerio de Defensa
Argentina

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

www.smn.gob.ar



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