



Boletín agrometeorológico mensual



NOVIEMBRE 2022

Volumen XI

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

Generalidades

- | | | |
|-----|--|---|
| 1.1 | Aspectos agronómicos y agrometeorológicos generales del mes de noviembre de 2022 | 3 |
| 1.2 | Principales características por regiones | 6 |

Temperatura

- | | | |
|-----|---------------------------------|----|
| 2.1 | Temperatura media 1ra década | 7 |
| 2.2 | Temperatura media 2da década | 8 |
| 2.3 | Temperatura media 3ra década | 10 |
| 2.4 | Heladas | 11 |
| 2.5 | Grados día | 13 |
| 2.6 | Mapas de temperatura | 14 |
| 2.7 | Índice de temperatura y humedad | 14 |

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 | 21 |

Índices satelitales

- | | | |
|-----|----------------------------------|----|
| 4.1 | Índice normalizado de vegetación | 21 |
| 4.2 | Humedad del suelo | 22 |

Pronóstico de rendimiento - ProRindes

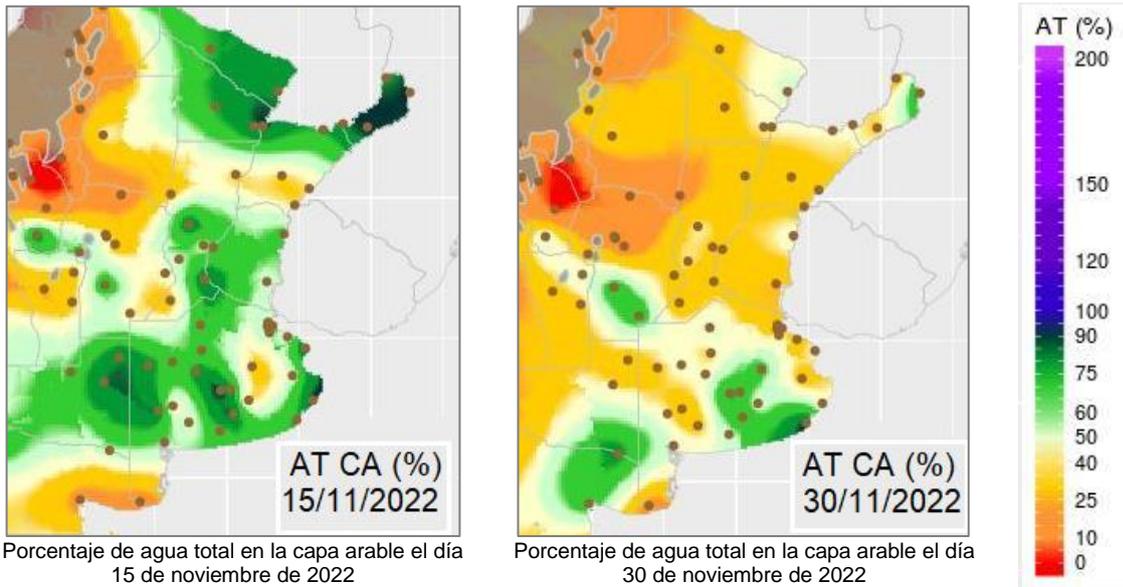
- | | | |
|---|---|----|
| 5 | Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz temprano y soja temprana (fecha de simulación: 27/11/2022) | 23 |
|---|---|----|

Definición y abreviaturas de parámetros empleados 25

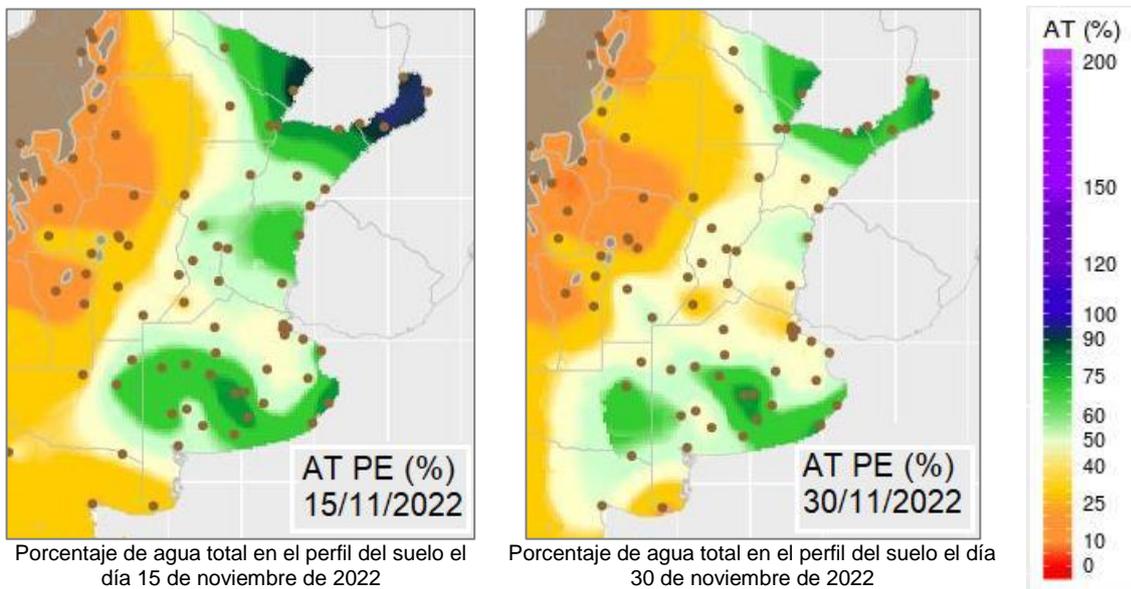
Anexo: informe técnico sobre ProRindes 27

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE NOVIEMBRE 2022.

Avanza la cosecha de cebada y trigo de forma generalizada en el norte de la región pampeana, mientras que en el sur comenzó la cosecha de manera puntual. Prosigue la siembra de girasol y maíz de primera ocupación, en tanto los lotes más adelantados se hallan mayormente transitando la etapa vegetativa. Asimismo, comenzaron las labores de siembra de soja, sorgo y maíz tardío, con una buena emergencia y stand inicial de plantas.



Capa arable (primeros 10 cm)

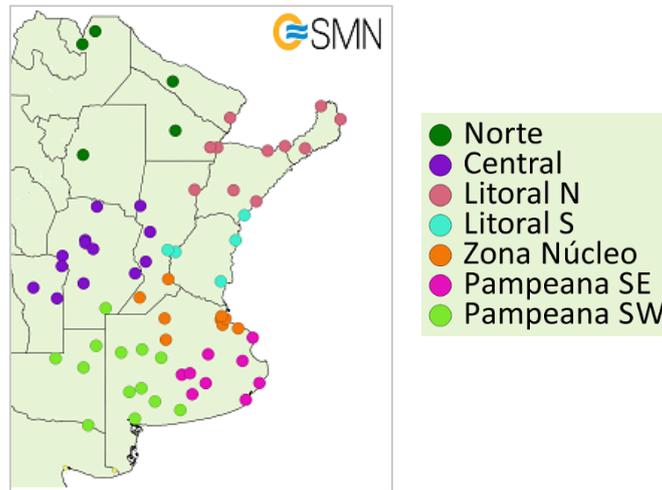


Perfil (profundidad 1m)

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

► Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua | Suelos

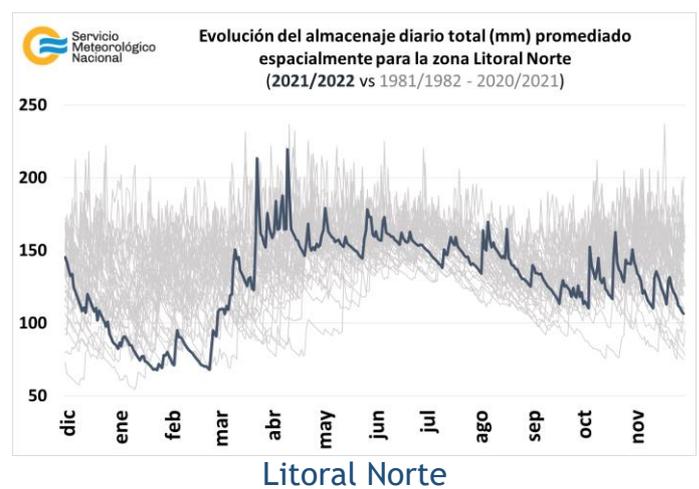
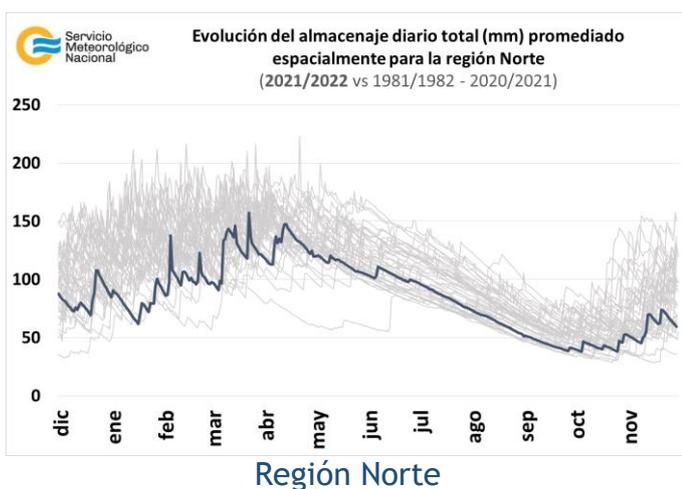
A continuación se presenta la evolución del almacenaje (BHOA) en el último año frente al periodo 1981-2021. Cada gráfico representa una zona del país, y los datos fueron obtenidos promediando los valores de las estaciones disponibles en la zona, según puede verse en el mapa:



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 han ocurrido precipitaciones durante noviembre, siendo superiores a las normales en la segunda década. De esta manera mejora la situación hídrica, mostrando una tendencia positiva en el almacenaje de agua en el suelo.

Las lluvias en la zona Litoral Norte han sido deficitarias a lo largo de noviembre, por lo que se produjo una disminución del contenido de agua en el suelo respecto a octubre. De todas formas, el este de esta zona presenta buenas condiciones hídricas y en el oeste son deficitarias.

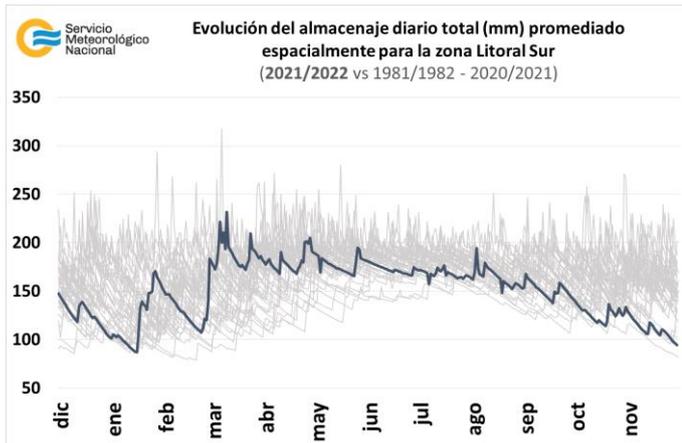


En el sur del Litoral las precipitaciones ocurridas a lo largo de este mes han sido escasas para la época, por lo que los suelos continúan perdiendo humedad. El almacenaje de agua en el suelo es el segundo más bajo desde 1981.

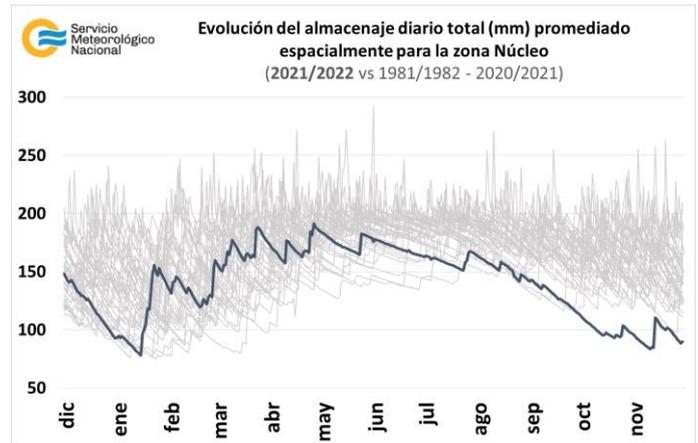
Las precipitaciones acaecidas en la zona Núcleo no son suficientes para revertir el déficit hídrico. El almacenaje de agua en el suelo a lo largo de octubre y noviembre de 2022 es el más bajo registrado desde 1981.

El sudeste y sudoeste de la región pampeana han recibido lluvias durante noviembre, siendo superiores a las normales en la segunda década, esto produjo un aumento en la humedad edáfica. Las condiciones hídricas en estas zonas son buenas.

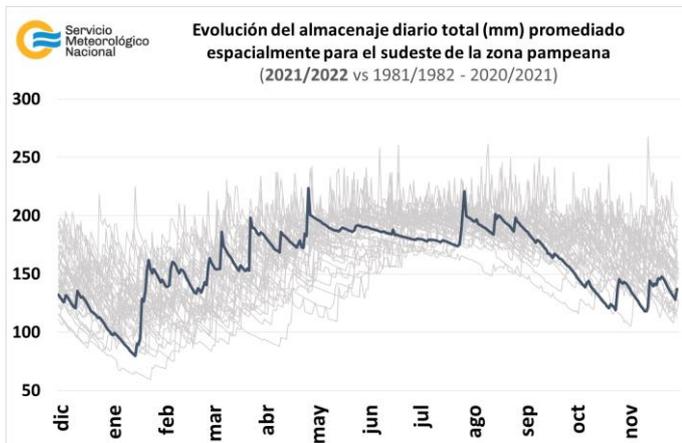
La región central presenta una leve mejora en el almacenaje de agua edáfica en noviembre, pero es el segundo registro más bajo desde 1981 y persiste la sequía.



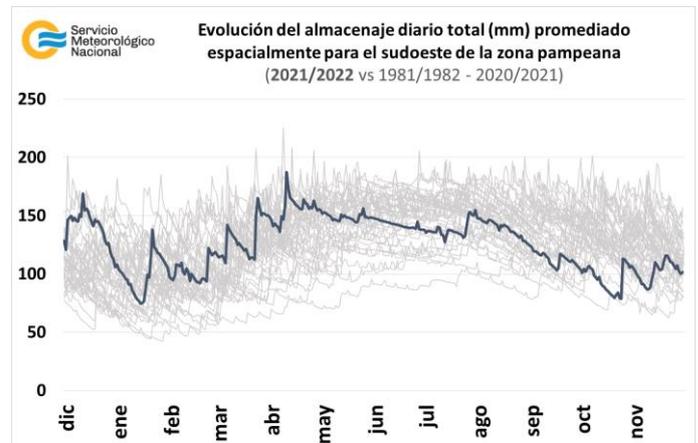
Litoral Sur



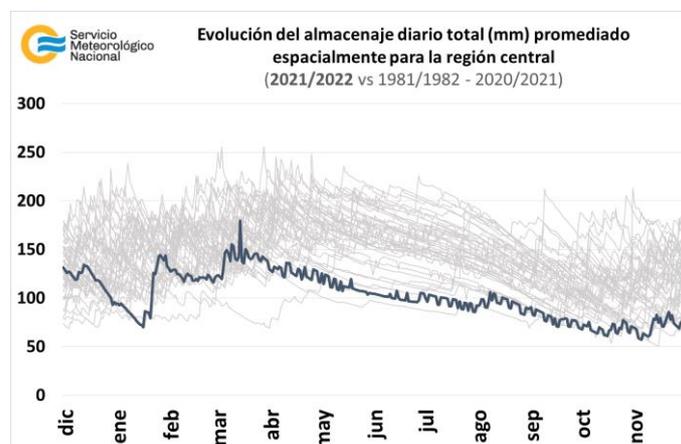
Zona Núcleo



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

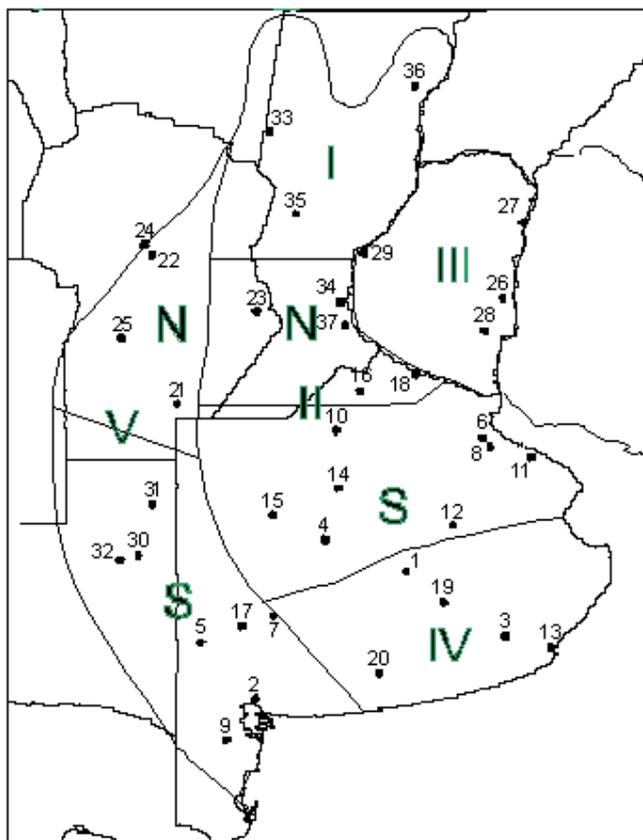


Región Central

1.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS POR REGIONES.

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

Estaciones	Lat.S	Long. W
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) C. Suarez(1)	37°26'	61°53'
8) Ezeiza(1)	34°49'	58°32'
9) H. 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) M. del Plata(1)	37°56'	57°35'
14) N. de Julio(1)	35°27'	60°53'
15) Pehuajo(1)	35°52'	61°54'
16) Pergamino(2)	33°56'	60°33'
17) Pigue(1)	37°36'	62°23'
18) San Pedro(2)	33°41'	59°41'
19) Tandil(1)	37°14'	59°15'
20) Tres Arroyos (1)	38°20'	60°15'
21) Laboulaye(1)	34°08'	63°22'
22) Manfredi(2)	31°49'	63°46'
23) Marcos Juárez(1)	32°42'	62°09'
24) Pilar(1)	31°40'	63°53'
25) Río Cuarto(1)	33°07'	64°14'
26) C. Uruguay(2)	32°29'	58°20'
27) Concordia(1)	31°18'	58°01'
28) Gualeguaychú(1)	33°00'	58°37'
29) Paraná(1)	31°47'	60°29'
30) Anguil(2)	36°30'	63°59'



31) Gral. Pico(1)	35°42'	63°45'
32) Santa Rosa(1)	36°34'	64°16'
33) Ceres (1)	29°53'	61°57'
34) Oliveros(2)	32°33'	60°51'
35) Rafaela(2)	31°11'	61°11'
36) Reconquista(1)	29°11'	59°42'
37)Rosario(1)	32°55'	60°47'

(1) Estaciones Meteorológicas del SMN

(2) Estaciones Meteorológicas del INTA

REGIÓN I: la cosecha de trigo se halla prácticamente finalizada con buenos rendimientos en general. Los girasoles y los maizales alcanzan el estado de floración bajo condiciones de estrés hídrico. Avanza la siembra de sorgo e inicia la siembra de soja de manera puntual.

REGIÓN II NORTE: la cebada se encuentra en la fase de madurez comercial y comenzó la cosecha de forma puntual. Avanza la cosecha de trigo obteniéndose rendimientos por debajo del promedio para la región. Los girasoles se hallan en la etapa de floración con un buen estado general. Los maizales se observan en pleno desarrollo de hojas. Prosigue la siembra de soja y sorgo, favorecida por las precipitaciones acaecidas, mostrando un buen stand inicial de plantas.

REGIÓN II SUR: comenzó la cosecha de cebada y trigo en algunas localidades, mientras que, los lotes tardíos de ambos cultivos se observan fenológicamente desde floración hasta madurez comercial. Continúa la siembra de girasol, observándose un buen stand inicial de plantas. Comenzó la siembra del maíz de segunda ocupación, mientras que los de primera transitan diferentes etapas vegetativas. Avanza la siembra de soja de primera ocupación. Los lotes ya sembrados muestran buenos nacimientos y stand inicial de plantas.

REGIÓN III: avanza la cosecha de trigo, los rendimientos son muy dispares según las zonas. Los maizales transitan diferentes etapas vegetativas bajo condiciones de escasez de humedad. Prosigue la siembra de soja en esta región.

REGIÓN IV: la cebada finaliza la etapa de llenado de los granos o el estado de madurez, y comenzó la cosecha de manera puntual. Continúa la siembra de girasol y maíz, observándose un buen nacimiento y crecimiento inicial. Inició la siembra de soja en esta región.

REGIÓN V NORTE: el trigo alcanza la fase de madurez comercial y se inició la cosecha de manera puntual. Comenzó la siembra del maíz tardío, en tanto los de primera ocupación muestran un buen nacimiento y crecimiento inicial. Inició la siembra de soja, observándose una buena emergencia. Asimismo, inició la siembra de sorgo en esta región.

REGIÓN V SUR: la cebada se encuentra en la etapa de llenado de granos. El trigo se halla en estado de espigazón o llenado de granos, según las zonas. Avanza la siembra de girasol, los lotes más avanzados están en fase vegetativa. Comenzó la siembra del maíz tardío, en tanto los de primera ocupación presentan hasta ocho hojas desplegadas. Avanza la siembra de soja de primera ocupación y comenzó la siembra de sorgo de manera puntual.

2. INFORME DE TEMPERATURA

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de temperatura de las distintas décadas del mes de noviembre de 2022.

2.1 PRIMERA DÉCADA

Se registraron anomalías negativas de temperaturas mínimas en el centro y norte del país y anomalías positivas de temperaturas máximas en la Patagonia y sur de la región central. Se destacaron anomalías positivas de hasta 8 grados, con registros de temperaturas máximas diarias de 30.2°C; 31.1°C y 29.7°C en el Bolsón los días 2, 3 y 4 de noviembre respectivamente y de 29°C, 28.6°C y 29.3°C en Bariloche los días 2, 3 y 4 de noviembre respectivamente.

A nivel del suelo la temperatura se halló por encima de los 3°C casi todos los días del período analizado.

DÉCADA 1 NOVIEMBRE 2022

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA			
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN	CAL
Azul	Buenos Aires	25.4	27.1	9.0	7.9	-0.4	1.0	16.7	15.8	0.9	A
Bahia Blanca	Buenos Aires	28.9	31.8	9.0	11.9	1.3	1.0	20.4	17.2	3.1	MA
Balcarce	Buenos Aires	26.0	28.3	2.0	10.5	2.3	1.0	18.3	15.0	3.2	MA
Bolívar	Buenos Aires	26.8	28.3	9.0	10.0	3.2	1.0	18.4	16.8	1.5	A
Bordenave	Buenos Aires	28.6	30.1	9.0	12.3	4.7	2.0	20.4	15.9	4.4	MA
Castelar	Buenos Aires	27.1	29.1	3.0	13.1	2.9	1.0	20.1	18.5	1.8	A
Coronel Suarez	Buenos Aires	26.8	28.4	8.0	9.2	0.2	1.0	18.0	15.0	3.1	MA
Ezeiza	Buenos Aires	26.6	29.1	3.0	13.2	2.4	1.0	19.9	18.2	2.0	A
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	29.9	30.9	9.0	12.7	4.3	1.0	21.3	16.6	4.7	MA
Junín	Buenos Aires	28.6	30.9	9.0	10.2	2.0	1.0	19.4	18.2	1.5	A
La Plata	Buenos Aires	24.3	27.0	10.0	12.4	2.0	1.0	18.4	17.6	0.7	A
Las Flores	Buenos Aires	26.1	28.5	9.0	10.5	2.2	1.0	18.3	16.9	1.3	A
Mar Del Plata	Buenos Aires	22.7	26.9	8.0	9.1	0.4	1.0	15.9	14.8	1.2	A
Nueve de Julio	Buenos Aires	28.4	30.0	9.0	11.4	4.9	1.0	19.9	18.2	2.9	A
Pehuajó	Buenos Aires	27.8	29.2	8.0	11.9	5.2	1.0	19.8	17.6	2.2	A
Pigüé	Buenos Aires	26.3	27.6	7.0	9.5	2.3	1.0	17.9	15.3	2.5	A
San Pedro	Buenos Aires	28.0	29.7	9.0	12.3	3.2	1.0	20.1	19.1	1.2	A
Tandil	Buenos Aires	25.5	28.0	9.0	7.0	-4.0	1.0	16.3	15.0	1.3	A
Tres Arroyos	Buenos Aires	27.8	29.3	9.0	11.1	1.6	1.0	19.5	15.8	3.7	MA
Laboulaye	Córdoba	29.7	31.8	9.0	11.2	5.5	2.0	20.5	18.7	1.8	A
Manfredi	Córdoba	29.9	32.4	9.0	8.1	0.3	1.0	19.0	19.6	1.0	N
Marcos Juárez	Córdoba	29.1	31.2	9.0	9.3	3.8	1.0	19.2	19.9	0.4	N
Pilar	Córdoba	28.8	30.9	10.0	12.1	4.4	1.0	20.5	20.2	1.4	N
Río Cuarto	Córdoba	28.7	31.2	8.0	13.2	5.0	1.0	21.0	19.2	1.8	A
C. del Uruguay	Entre Ríos	26.8	30.7	10.0	10.8	3.3	1.0	18.8	19.6	-0.7	N
Concordia	Entre Ríos	25.4	27.8	10.0	11.7	4.1	1.0	18.6	20.5	-1.9	B
Gualeguaychú	Entre Ríos	26.0	27.6	3.0	11.8	4.4	1.0	18.9	19.6	-0.7	N
Paraná	Entre Ríos	27.0	29.5	9.0	12.7	8.3	1.0	19.8	20.3	-0.5	N
Anguil	La Pampa	30.5	32.0	9.0	11.6	4.8	2.0	21.0	17.2	3.9	MA
General Pico	La Pampa	29.6	31.5	8.0	13.0	6.5	1.0	21.3	18.6	2.8	A
Santa Rosa	La Pampa	30.0	31.5	7.0	12.7	5.0	1.0	21.3	17.9	3.4	MA
Ceres	Santa Fe	28.9	31.8	9.0	12.0	6.0	1.0	20.4	21.2	-0.6	N
Rafaela	Santa Fe	30.0	32.4	9.0	12.9	3.7	1.0	21.4	20.0	1.6	A
Reconquista	Santa Fe	27.5	31.3	9.0	13.0	5.8	1.0	20.2	22.0	-1.5	B
Rosario	Santa Fe	28.0	29.8	9.0	11.6	1.8	1.0	19.8	19.9	0.3	N

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Predominaron anomalías positivas de temperaturas respecto de la media en la mayor parte del territorio, continuando con la tendencia de la década previa, pero con desvíos no tan marcados y sin observarse heladas. Se registraron récords tanto en la temperatura máxima y como en la mínima, los cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Récords de temperatura (°C) registrados en la segunda década de noviembre.

	Localidad	Provincia	Temperatura (°C)	Fecha	Récord anterior
Temperatura máxima más alta (°C)	Campo de mayo	Buenos Aires	36.2	16/11/2022	35.4 (21/11/2021)
	Mariano Moreno	Buenos Aires	36.5	16/11/2022	36.5 (21/11/2021)
	Morón	Buenos Aires	36.4	16/11/2022	36.2 (21/11/2021)
Temperatura mínima más alta (°C)	Uspallata	Mendoza	17.3	19/11/2022	15.7 (24/11/2006)
	Merlo	San Luis	23.9	19/11/2022	22.4 (24/11/2020)
	Ezeiza	Buenos Aires	24.1	19/11/2022	23.6 (26/11/2008)

DÉCADA 2 NOVIEMBRE 2022											
ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA			
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN	CAL
Azul	Buenos Aires	25.9	30.1	16.0	13.1	8.7	15.0	19.5	16.8	2.7	A
Bahía Blanca	Buenos Aires	25.6	32.5	17.0	13.2	9.1	15.0	19.4	18.8	0.5	N
Balcarce	Buenos Aires	26.9	35.6	16.0	13.7	11.3	15.0	20.3	16.1	4.1	MA
Bolívar	Buenos Aires	26.1	32.6	16.0	14.1	9.0	15.0	20.1	18.1	1.7	A
Bordenave	Buenos Aires	26.1	32.5	19.0	14.2	7.8	14.0	20.2	17.5	2.6	A
Castelar	Buenos Aires	31.2	37.5	16.0	18.1	10.9	15.0	24.6	19.4	5.1	MA
Coronel Suarez	Buenos Aires	24.8	31.9	16.0	13.1	10.0	15.0	19.0	16.4	2.5	A
Ezeiza	Buenos Aires	30.5	36.6	16.0	17.6	11.8	15.0	24.1	19.2	4.8	MA
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	25.5	32.4	17.0	12.4	8.6	11.0	18.9	18.0	1.0	N
Junín	Buenos Aires	29.6	36.3	16.0	15.9	12.8	14.0	22.7	19.3	3.4	MA
La Plata	Buenos Aires	29.5	33.7	19.0	17.4	13.6	15.0	23.4	18.4	4.8	MA
Las Flores	Buenos Aires	28.5	34.2	16.0	15.1	10.7	15.0	21.9	17.8	4.2	MA
Mar Del Plata	Buenos Aires	22.5	27.7	11.0	13.7	10.0	11.0	18.1	15.8	2.4	A
Nueve de Julio	Buenos Aires	28.6	36.0	16.0	15.9	12.5	15.0	22.3	19.3	6.9	MA
Pehuajó	Buenos Aires	26.2	34.9	16.0	15.6	11.9	14.0	20.9	18.6	2.0	A
Pigüé	Buenos Aires	24.3	29.2	19.0	13.4	9.9	14.0	18.9	16.5	2.0	A
San Pedro	Buenos Aires	32.3	37.4	16.0	17.8	14.1	11.0	25.1	20.1	4.9	MA
Tandil	Buenos Aires	26.4	32.5	16.0	11.7	7.5	16.0	19.1	16.1	3.0	MA
Tres Arroyos	Buenos Aires	26.3	33.8	16.0	13.8	10.6	15.0	20.0	17.1	2.9	A
Laboulaye	Córdoba	29.1	37.8	16.0	16.4	11.7	14.0	22.7	19.9	2.6	A
Manfredi	Córdoba	31.8	37.5	18.0	14.8	8.8	14.0	23.3	20.5	6.9	MA
Marcos Juárez	Córdoba	31.1	36.5	16.0	15.2	10.3	14.0	23.1	21.1	6.1	MA
Pilar	Córdoba	31.6	36.8	18.0	16.1	11.0	14.0	23.9	21.2	6.3	MA
Río Cuarto	Córdoba	29.7	37.0	18.0	16.1	11.4	14.0	22.9	20.2	2.6	A
C. del Uruguay	Entre Ríos	32.8	37.1	19.0	16.5	13.0	16.0	24.6	20.7	3.9	MA
Concordia	Entre Ríos	31.2	35.3	19.0	17.2	11.7	15.0	24.2	21.5	2.6	MA
Guaquaychú	Entre Ríos	31.2	35.4	18.0	17.5	12.0	15.0	24.4	20.7	3.5	MA
Paraná	Entre Ríos	30.7	35.0	16.0	18.0	14.4	14.0	24.4	21.4	2.9	MA
Anguil	La Pampa	27.8	37.8	16.0	14.0	8.0	14.0	20.9	18.8	2.1	A
General Pico	La Pampa	27.0	36.6	16.0	14.8	10.9	14.0	20.9	20.0	0.9	A
Santa Rosa	La Pampa	26.6	34.2	16.0	14.4	10.0	14.0	20.5	19.4	1.0	A
Ceres	Santa Fe	33.2	38.2	18.0	17.5	13.0	15.0	25.4	22.5	2.9	MA
Rafaela	Santa Fe	33.3	37.4	16.0	17.4	12.3	15.0	25.3	21.1	4.2	MA
Reconquista	Santa Fe	32.6	37.3	19.0	17.2	12.2	15.0	24.9	23.1	1.8	A
Rosario	Santa Fe	31.0	35.8	17.0	16.5	10.5	15.0	23.7	20.7	3.1	MA

2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas medias mostraron anomalías positivas en casi todo el país, los mayores apartamientos respecto de la media (más de 5°C) se dieron en el centro y sur de Córdoba, sur de Santa Fe, noroeste de Buenos Aires, sur de Neuquén, oeste de Río Negro y noroeste de Chubut, las temperaturas máximas absolutas en estas zonas estuvieron entre 38°C y 42°C, en la región central, y entre 32°C y 36°C en el área noroeste de la Patagonia. Las temperaturas mínimas fueron inferiores al valor medio en el norte del país y superiores en el resto del territorio. Los desvíos positivos mayores se concentraron en el sur de Cuyo y noroeste de la Patagonia; y los negativos mayores, en Chaco. A su vez, se registraron heladas en el extremo sur de Buenos Aires.

DÉCADA 3 NOVIEMBRE 2022											
ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA			
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN	CAL
Azul	Buenos Aires	27.4	33.1	29.0	13.6	7.4	22.0	20.5	18.5	1.7	A
Bahia Blanca	Buenos Aires	28.3	34.6	28.0	14.5	4.1	22.0	21.4	20.4	1.2	A
Balcarce	Buenos Aires	27.9	36.0	29.0	13.9	8.3	25.0	20.9	17.6	3.3	MA
Bolívar	Buenos Aires	28.9	35.1	29.0	13.5	5.5	22.0	21.2	19.7	1.5	A
Bordenave	Buenos Aires	30.0	35.4	26.0	14.5	4.5	22.0	22.2	19.2	3.0	A
Castelar	Buenos Aires	31.8	39.1	24.0	17.7	10.0	23.0	24.7	21.0	3.6	MA
Coronel Suarez	Buenos Aires	29.1	34.3	28.0	13.0	4.2	22.0	21.1	18.2	2.9	A
Ezeiza	Buenos Aires	31.2	38.6	24.0	17.5	10.8	23.0	24.3	20.9	3.3	MA
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	27.7	33.3	28.0	14.2	7.5	21.0	20.9	19.6	1.3	A
Junín	Buenos Aires	33.5	39.7	26.0	15.1	8.4	22.0	24.3	20.8	3.3	MA
La Plata	Buenos Aires	29.1	34.6	24.0	16.9	10.7	22.0	23.0	20.1	2.9	MA
Las Flores	Buenos Aires	29.8	36.0	29.0	14.0	7.0	22.0	22.0	19.5	2.4	A
Mar Del Plata	Buenos Aires	24.4	33.6	29.0	14.1	10.3	23.0	19.3	17.3	1.9	A
Nueve de Julio	Buenos Aires	32.2	38.4	26.0	15.3	8.2	22.0	23.8	21.0	9.0	MA
Pehuajó	Buenos Aires	31.0	37.6	26.0	15.0	7.2	22.0	23.0	20.3	2.5	A
Pigüé	Buenos Aires	27.8	32.8	28.0	13.9	5.8	22.0	20.9	18.5	2.7	A
San Pedro	Buenos Aires	33.5	39.2	24.0	17.8	9.9	22.0	25.7	21.5	4.1	MA
Tandil	Buenos Aires	27.9	33.6	29.0	12.4	5.6	22.0	20.1	17.8	2.1	A
Tres Arroyos	Buenos Aires	27.4	35.0	29.0	14.1	6.5	22.0	20.8	19.0	1.8	A
Laboulaye	Córdoba	34.2	40.0	26.0	16.1	9.3	22.0	25.1	21.4	3.7	MA
Manfredi	Córdoba	34.7	40.6	24.0	15.2	7.2	22.0	25.0	21.9	8.9	MA
Marcos Juárez	Córdoba	33.6	39.1	26.0	15.3	6.6	22.0	24.5	22.4	7.7	MA
Pilar	Córdoba	34.1	40.1	24.0	18.0	10.0	22.0	26.0	22.5	9.2	MA
Río Cuarto	Córdoba	33.4	38.2	26.0	17.7	8.7	22.0	25.6	21.7	3.8	MA
C. del Uruguay	Entre Ríos	33.2	37.2	25.0	16.6	8.2	23.0	24.9	21.9	3.0	MA
Concordia	Entre Ríos	31.3	35.2	30.0	17.5	10.0	23.0	24.4	22.7	1.6	A
Gualeguaychú	Entre Ríos	31.3	35.6	24.0	17.8	11.4	23.0	24.5	22.1	2.5	MA
Paraná	Entre Ríos	32.9	37.1	25.0	18.4	12.2	22.0	25.6	22.5	3.1	MA
Anguil	La Pampa	32.6	41.0	26.0	16.0	8.6	22.0	24.3	20.5	4.1	MA
General Pico	La Pampa	33.2	39.5	26.0	17.0	8.5	21.0	25.1	21.6	3.4	MA
Santa Rosa	La Pampa	31.4	37.9	26.0	16.5	10.1	21.0	24.0	21.1	3.1	MA
Ceres	Santa Fe	34.7	38.2	24.0	17.1	12.0	22.0	25.9	23.5	2.4	MA
Rafaela	Santa Fe	35.8	39.9	26.0	18.9	10.3	22.0	27.4	22.3	4.8	MA
Reconquista	Santa Fe	33.5	37.5	30.0	18.1	12.8	22.0	25.8	23.9	1.9	A
Rosario	Santa Fe	33.3	37.6	26.0	17.5	9.2	23.0	25.4	22.1	3.3	MA

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

MED: valor medio	CAL: calificación
ABS: valor absoluto	MA: muy alta
DÍA: fecha en que se registró el valor absoluto	A: alta
SD: sin datos	N: normal
PRO: valor promedio del período 1981-2010	B: baja
DN: desvío del promedio	MB: muy baja

2.4 HELADAS

PRIMERA HELADA NOVIEMBRE 2022						
ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2022	FMPH	Primera helada 2022	FMPH	Primera helada 2022
Azul	Buenos Aires	19/03	30/03	29/04	01/05	01/04
Bahía Blanca	Buenos Aires	31/03	13/04	29/04	07/05	31/03
Balcarce	Buenos Aires	30/04	-	19/05	-	-
Bolívar	Buenos Aires	31/03	12/04	29/04	19/05	31/03
Bordenave	Buenos Aires	30/03	-	29/04	-	X
Castelar	Buenos Aires	31/03	-	30/05	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	19/03	13/03	29/04	24/04	31/03
Ezeiza	Buenos Aires	29/04	05/05	19/05	31/05	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	19/03	-	29/04	-	-
Junín	Buenos Aires	31/03	24/04	19/05	17/05	31/03
La Plata	Buenos Aires	29/04	09/05	19/05	08/06	23/04
Las Flores	Buenos Aires	31/03	14/04	19/05	12/05	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	19/03	15/04	30/04	18/05	20/03
Nueve de Julio	Buenos Aires	29/04	05/05	30/05	28/05	X
Pehuajó	Buenos Aires	29/04	23/04	29/05	21/05	-
Pigüé	Buenos Aires	31/03	09/03	29/04	02/04	31/03
San Pedro	Buenos Aires	31/03	-	29/05	-	-
Tandil	Buenos Aires	19/03	17/03	29/04	05/05	01/04
Tres Arroyos	Buenos Aires	29/04	19/04	30/04	19/05	-
Laboulaye	Córdoba	31/03	23/04	18/05	21/05	01/04
Manfredi	Córdoba	31/03	-	31/03	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	31/03	29/04	18/05	22/05	31/03
Pilar	Córdoba	31/03	07/05	18/05	31/05	18/05
Río Cuarto	Córdoba	16/05	11/05	18/05	05/06	X
C. del Uruguay	Entre Ríos	02/06	-	02/06	-	X
Concordia	Entre Ríos	19/05	18/05	31/05	10/06	19/05
Gualeguaychú	Entre Ríos	19/05	13/05	19/05	05/06	X
Paraná	Entre Ríos	30/05	07/06	-	23/06	X
Anguil	La Pampa	30/03	-	31/03	-	-
General Pico	La Pampa	31/03	21/04	15/05	14/05	-
Santa Rosa	La Pampa	30/03	09/04	29/04	09/05	29/04
Ceres	Santa Fe	18/05	19/05	19/05	13/06	18/05
Rafaela	Santa Fe	03/06	-	11/06	-	-
Reconquista	Santa Fe	30/05	08/06	11/06	24/06	-
Rosario	Santa Fe	31/03	05/05	19/05	28/05	-

ÚLTIMA HELADA NOVIEMBRE 2022						
ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Última helada 2022	FMUH	Última helada 2022	FMUH	Última helada 2022
Azul	Buenos Aires	01/11	11/11	01/11	07/10	01/11
Bahia Blanca	Buenos Aires	01/11	04/11	14/10	30/09	01/11
Balcarce	Buenos Aires	01/11	-	23/10	-	-
Bolívar	Buenos Aires	23/10	23/10	09/10	19/09	01/11
Bordenave	Buenos Aires	31/10	-	22/10	-	X
Castelar	Buenos Aires	01/11	-	10/09	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	02/11	20/11	14/10	20/10	02/11
Ezeiza	Buenos Aires	01/11	01/10	03/09	03/09	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	31/10	-	22/10	-	-
Junín	Buenos Aires	01/11	05/10	23/09	10/09	01/11
La Plata	Buenos Aires	01/11	04/10	03/09	27/08	01/11
Las Flores	Buenos Aires	01/11	28/10	10/09	26/09	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	01/11	12/11	23/10	11/10	01/11
Nueve de Julio	Buenos Aires	09/10	29/09	17/07	04/09	X
Pehuajó	Buenos Aires	14/10	07/10	28/08	17/09	X
Pigüé	Buenos Aires	01/11	23/11	31/10	28/10	01/11
San Pedro	Buenos Aires	09/10	-	12/09	-	-
Tandil	Buenos Aires	01/11	14/11	01/11	09/10	23/10
Tres Arroyos	Buenos Aires	01/11	01/11	14/10	27/09	X
Laboulaye	Córdoba	10/10	06/10	10/09	09/09	10/10
Manfredi	Córdoba	01/11	-	09/10	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	10/10	02/10	09/10	06/09	30/08
Pilar	Córdoba	09/10	18/09	10/09	01/09	09/10
Río Cuarto	Córdoba	09/10	22/09	28/08	29/08	X
C. del Uruguay	Entre Ríos	10/10	-	11/09	-	X
Concordia	Entre Ríos	11/09	19/09	19/08	15/08	05/09
Gualedaychú	Entre Ríos	09/10	26/09	10/09	21/08	X
Paraná	Entre Ríos	29/08	05/09	19/08	01/08	X
Anguil	La Pampa	31/10	-	31/10	-	-
General Pico	La Pampa	31/10	12/10	09/10	15/09	X
Santa Rosa	La Pampa	31/10	22/10	09/09	23/09	10/09
Ceres	Santa Fe	11/09	18/09	29/08	23/08	10/09
Rafaela	Santa Fe	09/10	-	29/08	-	-
Reconquista	Santa Fe	13/09	30/08	19/08	06/08	-
Rosario	Santa Fe	01/11	27/09	09/10	03/09	-

Referencias correspondientes a las tablas de fechas de primera y última helada

Primera helada 2022: 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.

Última helada 2022: 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 / Tmin<0°C: temperatura mínima registrada en el abrigo meteorológico inferior a 3°C / 0°C

FMUH: fecha media de primera helada calculada en el período 1981-2010, excepto para las estaciones meteorológicas de Bolívar y Las Flores donde se utilizaron los períodos 1988-2010 y 1987-2010 respectivamente

FMUH: fecha media de última helada calculada en el período 1981-2010, excepto para las estaciones meteorológicas de Bolívar y Las Flores donde se utilizaron los períodos 1988-2010 y 1987-2010 respectivamente

Tmi5suelo<0°C: temperatura mínima a 5cm del suelo registrada fuera del abrigo meteorológico, inferior a 0°C. Los datos pertenecen a la red del SMN. **x:** la estación no realiza medición de temperatura mínima a 5cm del suelo.

2.5 GRADOS DÍA

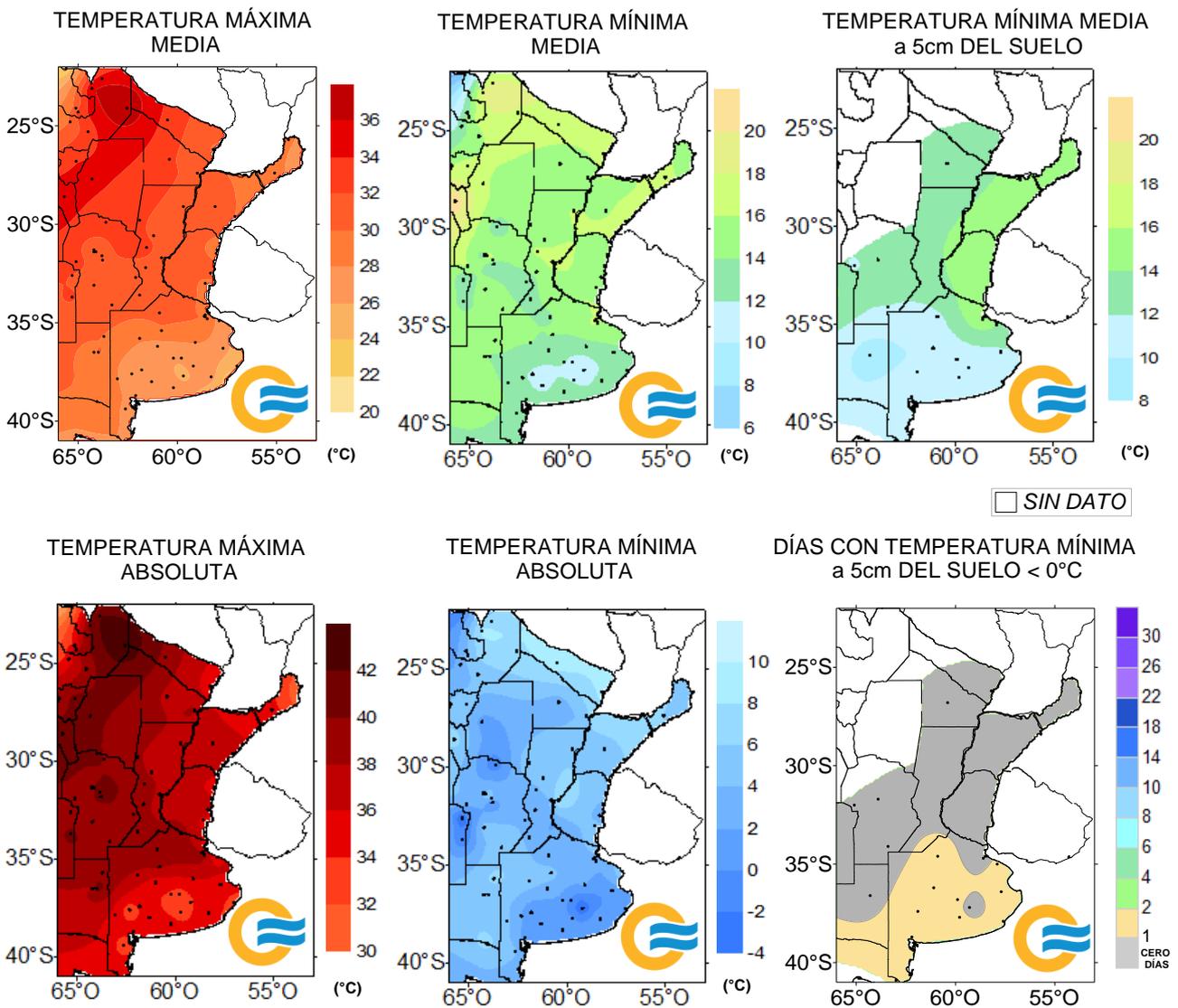
NOVIEMBRE 2022						
ESTACIONES METEOROLÓGICAS		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de octubre				Días con T _{máx} >30°C
		BASE 10		BASE 13		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	266.3	376.4	178.0	225.5	5
Bahia Blanca	Buenos Aires	312.0	454.7	222.0	291.7	9
Balcarce	Buenos Aires	294.9	415.9	205.4	261.1	7
Bolívar	Buenos Aires	296.2	450.0	206.2	280.6	7
Bordenave	Buenos Aires	328.5	474.7	238.5	311.5	9
Castelar	Buenos Aires	394.8	624.9	304.8	445.2	13
Coronel Suarez	Buenos Aires	280.2	394.9	191.3	239.8	6
Ezeiza	Buenos Aires	382.8	597.3	292.8	421.2	13
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	311.5	461.4	221.5	296.3	12
Junín	Buenos Aires	364.8	580.3	274.8	402.1	14
La Plata	Buenos Aires	347.6	531.3	259.0	359.5	11
Las Flores	Buenos Aires	321.0	475.8	231.1	307.9	9
Mar Del Plata	Buenos Aires	233.7	327.3	147.6	188.4	3
Nueve de Julio	Buenos Aires	359.2	566.3	269.2	386.3	10
Pehuajó	Buenos Aires	337.3	520.0	247.3	346.1	9
Pigüé	Buenos Aires	276.4	396.0	186.6	237.1	3
San Pedro	Buenos Aires	408.4	664.0	318.4	483.2	15
Tandil	Buenos Aires	255.2	348.1	168.2	204.8	5
Tres Arroyos	Buenos Aires	302.5	446.4	212.5	283.5	6
Laboulaye	Córdoba	383.3	613.8	293.3	434.4	17
Manfredi	Córdoba	372.5	593.4	282.9	419.0	19
Marcos Juárez	Córdoba	368.1	595.4	278.1	419.8	16
Pilar	Córdoba	403.4	663.8	313.4	484.1	16
Río Cuarto	Córdoba	394.6	626.1	304.6	449.5	15
C. del Uruguay	Entre Ríos	383.3	609.1	293.5	431.0	16
Concordia	Entre Ríos	371.3	622.5	282.2	443.4	14
Gualeguaychú	Entre Ríos	378.0	602.1	288.1	424.6	14
Paraná	Entre Ríos	397.9	667.6	307.9	486.2	15
Anguil	La Pampa	362.0	555.2	272.0	386.1	16
General Pico	La Pampa	373.8	587.2	283.8	413.5	13
Santa Rosa	La Pampa	357.7	559.3	267.7	384.3	14
Ceres	Santa Fe	417.0	724.4	327.0	541.7	21
Rafaela	Santa Fe	441.5	746.4	351.5	565.3	22
Reconquista	Santa Fe	409.6	727.0	319.6	544.0	16
Rosario	Santa Fe	389.4	649.1	299.4	469.9	13

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

NOVIEMBRE 2022



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:

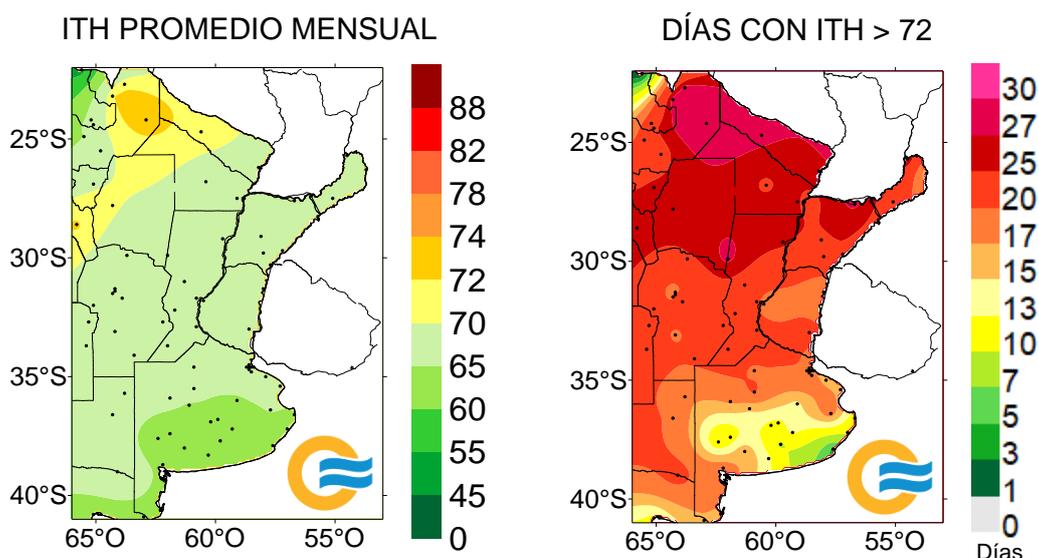
1- mayor a 72 la producción de leche comienza a ser afectada.

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.

NOVIEMBRE 2022



Durante noviembre se registran altas temperaturas principalmente en el noreste del país, en esta región el índice de temperatura y humedad superó el umbral de 72 en más de 27 días. Dentro de la cuenca lechera, en Reconquista se registró un período de 32 horas consecutivas con valores de temperatura y humedad que pueden afectar el bienestar animal, esto del 19 al 20 de noviembre.

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

3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de precipitación de las distintas décadas del mes de noviembre de 2022.

3.1 PRIMERA DÉCADA

Se registraron precipitaciones muy por debajo de lo normal en toda la región centro-este y noreste del país e inferiores a lo normal en el resto de la región central y norte del país, debido a la persistencia de altas presiones, a lo largo de toda la década. Durante los últimos días del período el pasaje de un frente frío por el noreste de la Patagonia y sur de la región central dejó los principales acumulados de lluvia en Victorica (45 mm), Puerto Madryn (39 mm), Trelew (30.2 mm), San Carlos (19 mm) y San Rafael (18 mm).

Se observó una disminución del agua almacenada en el suelo en la región centro-este y en el Litoral, debido a la escases de precipitaciones.

El perfil edáfico quedó bajo condiciones de humedad de regulares a secas en gran parte de la región pampeana, a excepción del extremo norte del Litoral en donde las condiciones se presentaron de buenas a óptimas, según el modelo de balance hídrico analizado.

DÉCADA 1 NOVIEMBRE 2022							
ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN					
Localidad	Provincia	PD	DN	CAL	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.0	-33.5	MB	0	-	-
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.7	-8.5	MB	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	0.3	-22.4	MB	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	3.3	-27.2	MB	1	3.0	9
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-17.7	MB	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	0.0	-36.3	MB	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	2.5	-16.5	MB	1	2.0	10
Ezeiza	Buenos Aires	0.0	-30.3	MB	0	-	-
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	0.0	-7.0	MB	0	-	-
Junín	Buenos Aires	2.0	-26.9	MB	1	2.0	9
La Plata	Buenos Aires	0.0	-31.9	MB	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	0.0	-24.4	MB	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.0	-27.0	MB	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	3.0	-30.9	MB	1	3.0	9
Pehuajó	Buenos Aires	4.0	-27.3	MB	1	4.0	9
Pigüé	Buenos Aires	2.0	-30.5	MB	1	2.0	9
San Pedro	Buenos Aires	0.3	-32.3	MB	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	0.0	-36.3	MB	0	-	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.0	-18.7	MB	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	10.0	-17.3	B	1	10.0	10
Manfredi	Córdoba	0.0	-22.0	MB	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	0.2	-31.3	MB	0	-	-
Pilar	Córdoba	1.0	-17.5	MB	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-16.0	MB	0	-	-
C. del Uruguay	Entre Ríos	0.0	-34.2	MB	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	0.0	-41.5	MB	0	-	-
Guaquaychú	Entre Ríos	0.0	-30.8	MB	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	5.0	-27.8	MB	1	5.0	10
Anguil	La Pampa	0.0	-30.2	MB	0	-	-
General Pico	La Pampa	12.0	-29.2	B	1	12.0	10
Santa Rosa	La Pampa	13.0	-10.0	N	2	10.0	10
Ceres	Santa Fe	0.1	-20.6	MB	0	-	-
Rafaela	Santa Fe	2.0	-24.6	MB	1	2.0	10
Reconquista	Santa Fe	4.0	-52.0	MB	1	3.0	9
Rosario	Santa Fe	2.0	-20.9	MB	0	-	-

3.2 SEGUNDA DÉCADA

DÉCADA 2 NOVIEMBRE 2022							
ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN					
Localidad	Provincia	PD	DN	CAL	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	110.0	87.1	MA	6	33.0	18
Bahia Blanca	Buenos Aires	52.3	38.6	MA	5	16.0	18
Balcarce	Buenos Aires	33.1	12.9	N	6	18.3	13
Bolívar	Buenos Aires	85.5	58.5	MA	6	29.0	13
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-16.3	MB	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	6.2	-18.1	B	1	5.6	13
Coronel Suarez	Buenos Aires	25.0	6.7	N	6	8.0	16
Ezeiza	Buenos Aires	15.0	-11.2	B	1	15.0	13
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	54.7	43.2	MA	4	35.9	18
Junín	Buenos Aires	55.0	35.8	A	3	32.0	13
La Plata	Buenos Aires	17.8	-8.5	B	2	12.0	13
Las Flores	Buenos Aires	17.1	-7.2	N	4	8.0	20
Mar Del Plata	Buenos Aires	58.0	33.1	MA	7	21.0	12
Nueve de Julio	Buenos Aires	42.1	13.9	A	4	14.0	11
Pehuajó	Buenos Aires	41.2	15.2	N	5	20.0	11
Pigüé	Buenos Aires	78.0	56.6	MA	5	27.0	19
San Pedro	Buenos Aires	5.3	-22.9	B	2	2.5	13
Tandil	Buenos Aires	57.2	34.3	A	6	17.0	18
Tres Arroyos	Buenos Aires	55.6	35.7	A	5	22.0	13
Laboulaye	Córdoba	32.0	6.6	A	4	13.0	18
Manfredi	Córdoba	43.1	20.9	MA	3	28.8	11
Marcos Juárez	Córdoba	42.0	21.5	A	3	20.0	20
Pilar	Córdoba	31.0	5.8	N	4	15.0	11
Río Cuarto	Córdoba	115.0	88.6	MA	5	48.0	11
C. del Uruguay	Entre Ríos	14.3	-10.9	B	2	12.8	13
Concordia	Entre Ríos	37.0	9.7	N	2	22.0	20
Gualeguaychú	Entre Ríos	32.0	-1.3	N	3	15.0	13
Paraná	Entre Ríos	39.0	6.0	A	3	30.0	13
Anguil	La Pampa	12.2	-3.0	N	3	6.0	12
General Pico	La Pampa	79.5	56.0	MA	6	33.0	12
Santa Rosa	La Pampa	117.2	98.0	MA	6	40.0	19
Ceres	Santa Fe	20.0	0.4	N	3	11.0	12
Rafaela	Santa Fe	67.1	34.5	MA	4	33.3	12
Reconquista	Santa Fe	5.0	-24.2	B	1	5.0	20
Rosario	Santa Fe	51.2	20.8	A	3	43.0	13

Al comienzo de esta década, la presencia de un frente estacionario en el norte de La Pampa, un sistema de baja presión en el sector norte y otro frente estacionario en el centro del Litoral, generaron condiciones de inestabilidad atmosférica, dando lugar a lluvias y tormentas en el centro y norte del país.

Los registros pluviométricos más altos fueron: 53 mm en Chepes y 48 mm en Río Cuarto el día 21/11; y 55 mm en Iguazú, 53 mm en Formosa y 40 mm en Posadas el día 22/11. El avance hacia el noreste del frente estacionario (ubicado en La Pampa) como frente frío, generó lluvias y tormentas en la llanura pampeana, con importante caída de agua en 24 horas, las precipitaciones más elevadas del día 23/11 fueron: 101 mm en Observatorio Central Buenos Aires, 48 mm en Benito Juárez, 44 mm en Olavarría, 43mm en Rosario y 43 mm en Villa Gesell.

A mediados del período, un frente estacionario ubicado en el sur de Buenos Aires generó precipitaciones en esa zona y en el norte de la Patagonia, registrándose 42 mm de lluvia en San Antonio Oeste el día 16/11, valor récord para noviembre (el récord anterior se observó el 8/11/2016 y fue de 38 mm).

Al finalizar la década, el avance de un frente frío sobre el Litoral ocasionó lluvias y tormentas en la región, con importante caída de agua en 24 horas, las precipitaciones más altas del día 20/11 fueron: 65 mm en Ituzaingó, 52 mm en Formosa, 50 mm en Tucumán y 47 mm en Posadas.

La precipitación total de esta década ha sido superior a la normal para esta época, en la mayor parte del país, así como también la frecuencia de los días con lluvia.

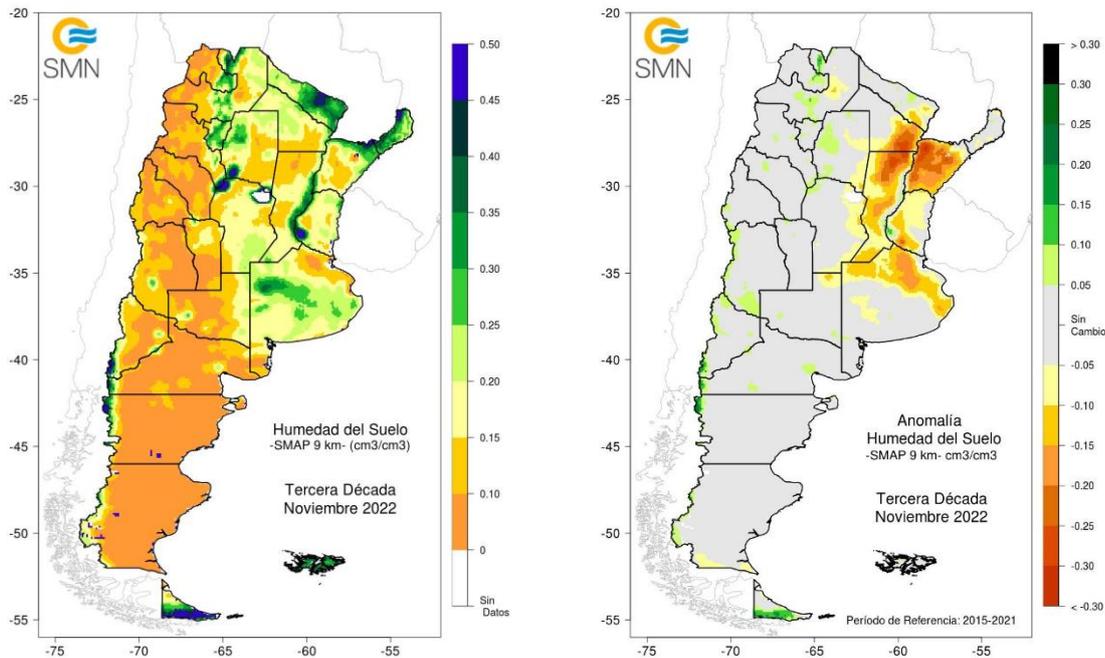
En la mayor parte del centro y norte del país se produjo un aumento en el almacenaje de agua en el suelo, debido a las precipitaciones recibidas. Sin embargo, en una extensa región persiste el déficit, las buenas condiciones hídricas se restringen a Misiones, Corrientes y sudeste de Buenos Aires, según el modelo de balance hídrico analizado.

3.3 TERCERA DÉCADA

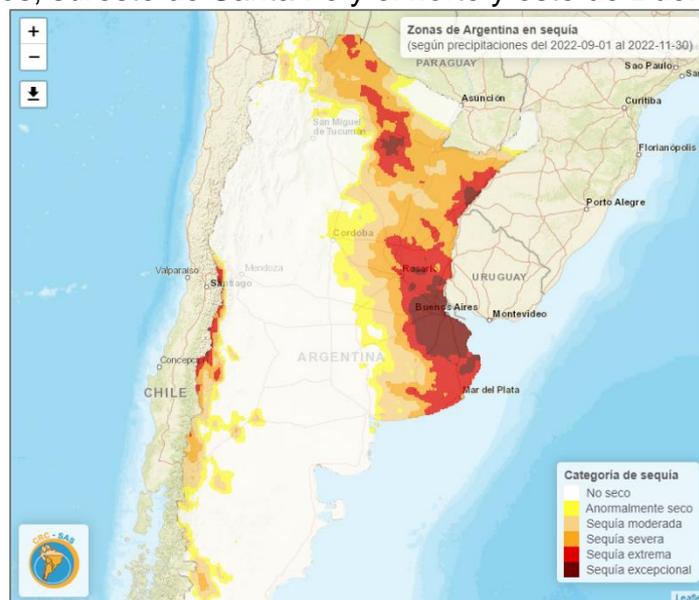
Ocurrieron precipitaciones en varias regiones del territorio, pero sólo estuvieron por encima del promedio en el norte de Cuyo, este y sudoeste de Buenos Aires y Río Negro; y por debajo, en el Salta, Tucumán, Santiago del Estero, el NEA, la Mesopotamia, Santa Fe, Córdoba, centro y sur de San Luis, La Pampa, gran parte de Buenos Aires, noroeste patagónico y Tierra del Fuego. Dentro de todas las áreas donde los acumulados pluviométricos fueron deficitarios, se destacan el oeste de Formosa, sur de Corrientes, centro de Santa Fe y noreste de Córdoba, donde los valores estuvieron muy por debajo de la media.

Debido a la distribución de lluvias acontecidas, se produjo un secamiento de los suelos en varias zonas del país: el NEA, el Litoral, centro de Santa Fe, Córdoba, centro y oeste de Buenos Aires, La Pampa, sur cuyano y el noroeste y centro de la Patagonia; y sólo humedecimiento de estos en el este de Buenos Aires, donde las condiciones hídricas de los suelos van de buenas a excesos.

Se muestran las estimaciones de humedad de suelo a 5 cm de profundidad realizadas mediante el satélite SMAP 9 Km, donde se destacan las anomalías negativas respecto al período de referencia 2015-2021, en el noreste y centro-este del territorio.



De acuerdo al monitoreo de sequías con estimaciones realizadas mediante el producto CHIRPS para el período comprendido entre el 1 de septiembre y el 30 de noviembre del 2022 (tres meses), las regiones que se encuentran dentro de las categorías sequía extrema y excepcional son: algunas áreas del norte de Salta, parte de Formosa y de Chaco, este de Corrientes, Entre Ríos, sureste de Santa Fe y el norte y este de Buenos Aires.



El producto CHIRPS estima precipitaciones combinando datos satelitales con observaciones in situ de las estaciones meteorológicas. Las categorías de sequía se calculan en base a percentiles de precipitación acumulada tomando como período de referencia los 35 años comprendidos entre 1982 y 2016 inclusive. En base a estos percentiles, se asigna una categoría de sequía según las especificaciones del United States Drought Monitor.

DÉCADA 3 NOVIEMBRE 2022

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN					
Localidad	Provincia	PD	DN	CAL	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	23.0	5.0	A	2	15.0	29
Bahia Blanca	Buenos Aires	24.0	16.2	A	3	13.0	26
Balcarce	Buenos Aires	66.4	52.5	MA	2	44.5	29
Bolívar	Buenos Aires	1.1	-18.2	MB	0	-	-
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-9.0	MB	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	73.8	54.7	MA	1	73.2	30
Coronel Suarez	Buenos Aires	6.0	-8.3	B	2	4.0	26
Ezeiza	Buenos Aires	42.0	26.1	A	1	42.0	30
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	10.2	1.2	N	3	6.0	25
Junín	Buenos Aires	45.0	12.3	A	2	24.0	29
La Plata	Buenos Aires	48.0	33.5	MA	2	45.0	30
Las Flores	Buenos Aires	36.0	12.0	A	2	28.0	29
Mar Del Plata	Buenos Aires	53.0	41.0	MA	3	36.0	29
Nueve de Julio	Buenos Aires	18.0	-2.6	N	2	9.0	29
Pehuajó	Buenos Aires	31.0	7.0	A	2	17.0	29
Pigüé	Buenos Aires	4.2	-9.7	B	1	4.0	26
San Pedro	Buenos Aires	0.3	-28.9	MB	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	16.0	0.0	N	3	10.0	29
Tres Arroyos	Buenos Aires	21.3	8.8	A	3	9.0	26
Laboulaye	Córdoba	38.2	5.8	A	1	38.0	29
Manfredi	Córdoba	11.9	-20.1	MB	2	8.3	28
Marcos Juárez	Córdoba	4.0	-30.1	MB	1	4.0	29
Pilar	Córdoba	1.9	-34.3	MB	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	3.0	-38.5	MB	1	2.0	29
C. del Uruguay	Entre Ríos	25.8	4.5	A	1	24.5	30
Concordia	Entre Ríos	5.0	-23.5	MB	1	5.0	21
Gualedaychú	Entre Ríos	12.0	-1.8	N	1	12.0	30
Paraná	Entre Ríos	3.0	-33.9	MB	1	3.0	21
Anguil	La Pampa	0.0	-11.3	MB	0	-	-
General Pico	La Pampa	15.0	-1.2	N	1	15.0	30
Santa Rosa	La Pampa	0.3	-16.5	MB	0	-	-
Ceres	Santa Fe	3.0	-38.4	MB	1	3.0	21
Rafaela	Santa Fe	0.0	-38.7	MB	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	0.0	-44.4	MB	0	-	-
Rosario	Santa Fe	0.0	-20.4	MB	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

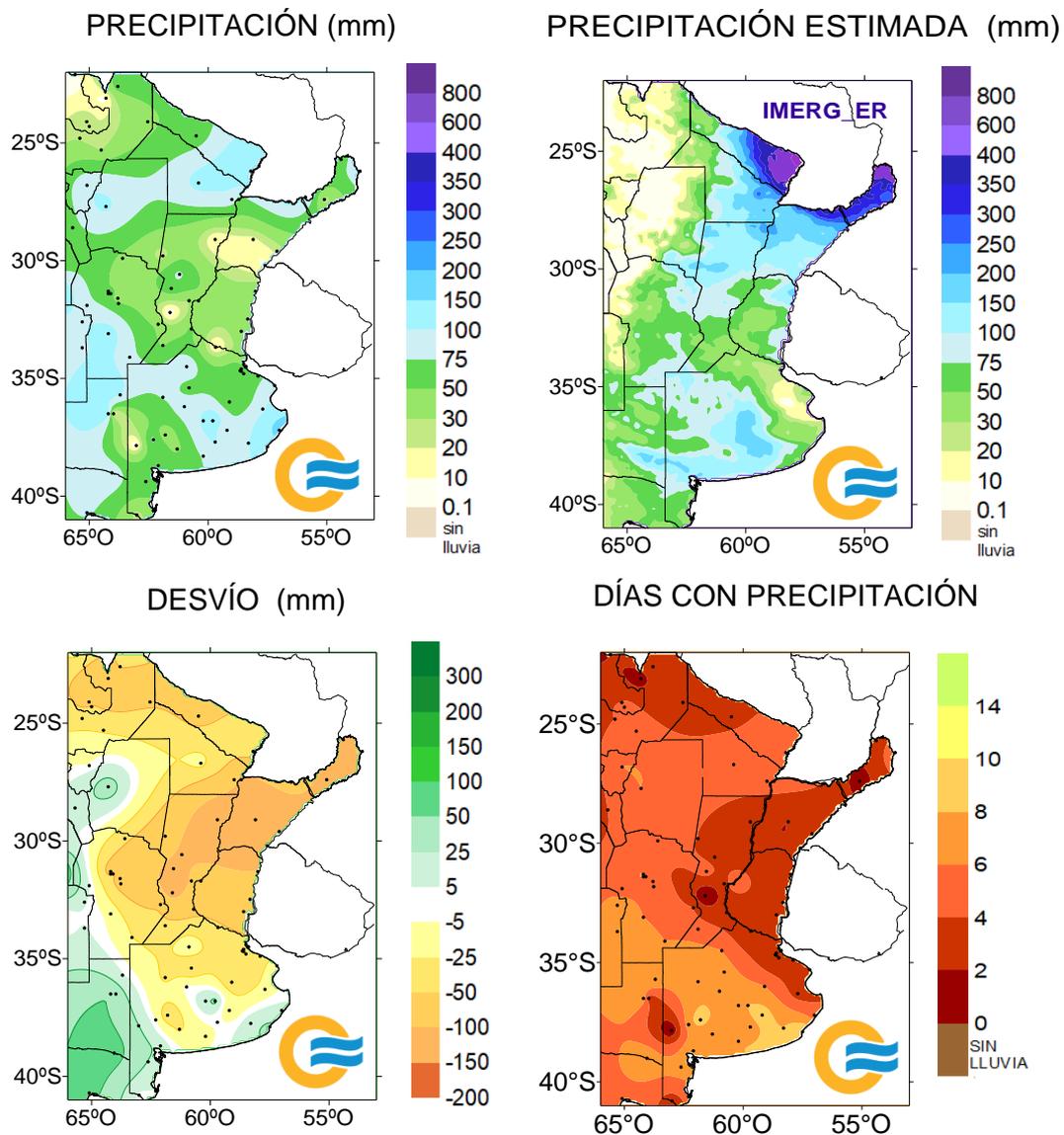
N: normal

B: baja

MB: muy baja

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

NOVIEMBRE 2022

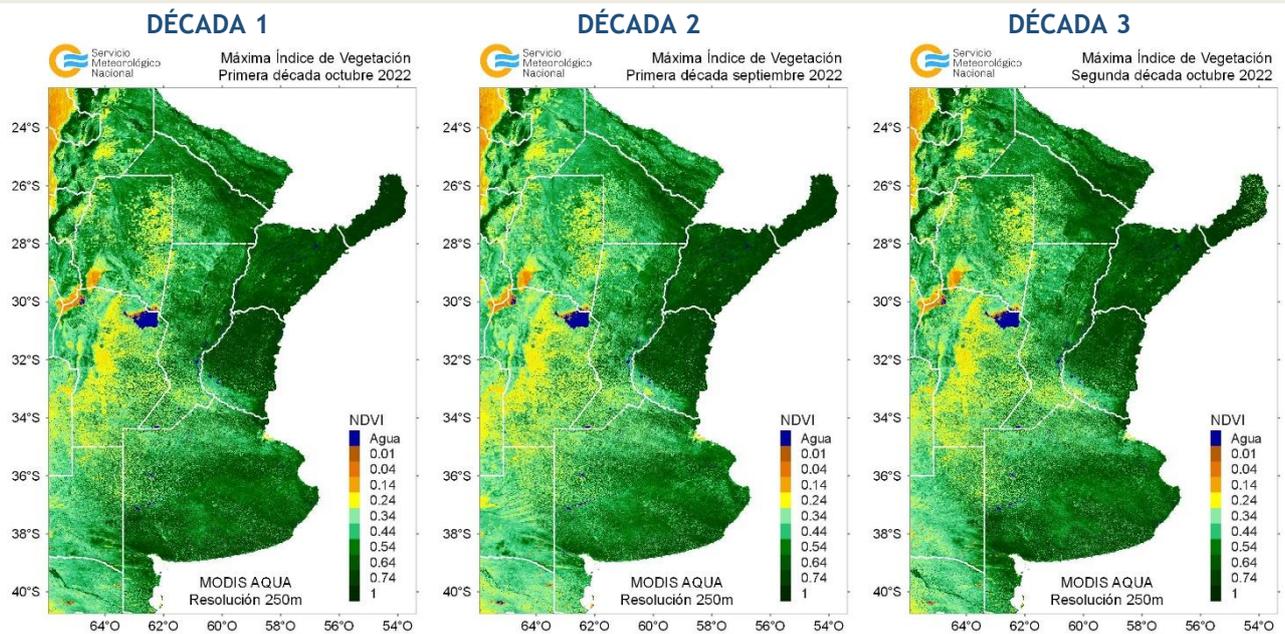


4. ÍNDICES SATELITALES

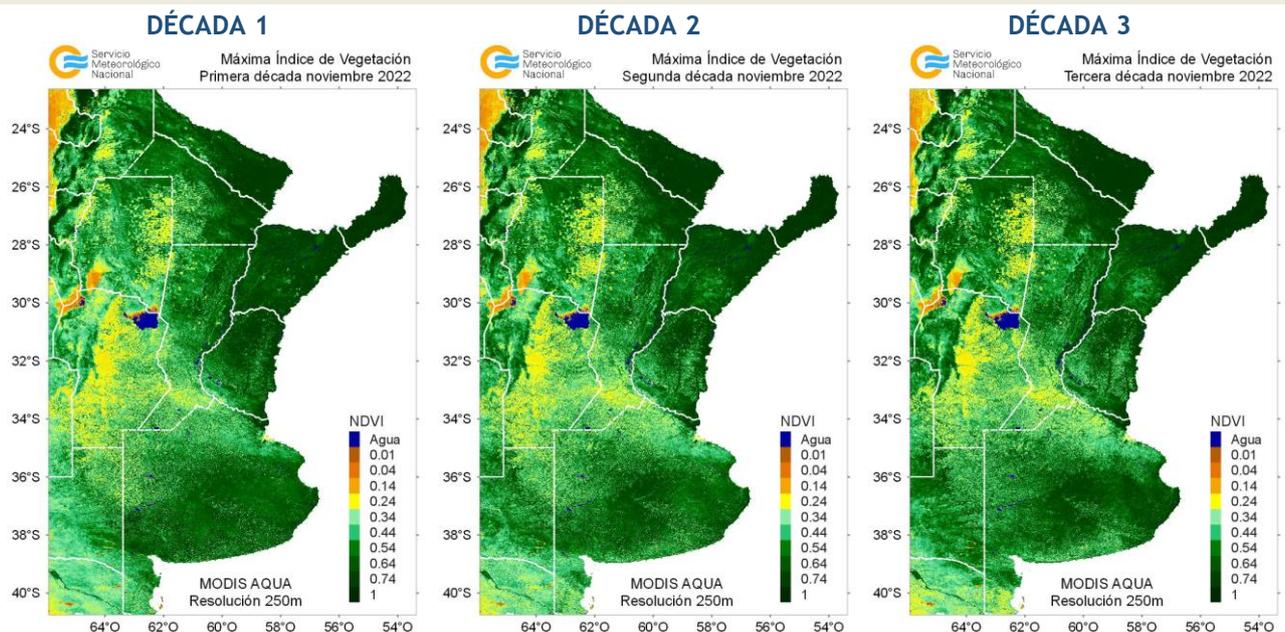
4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de octubre y noviembre de 2022. 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 la actividad fotosintética, los cultivos de invierno están siendo cosechados mientras que los de verano transitan la fase vegetativa.

OCTUBRE 2022



NOVIEMBRE 2022



4.2. HUMEDAD DEL SUELO

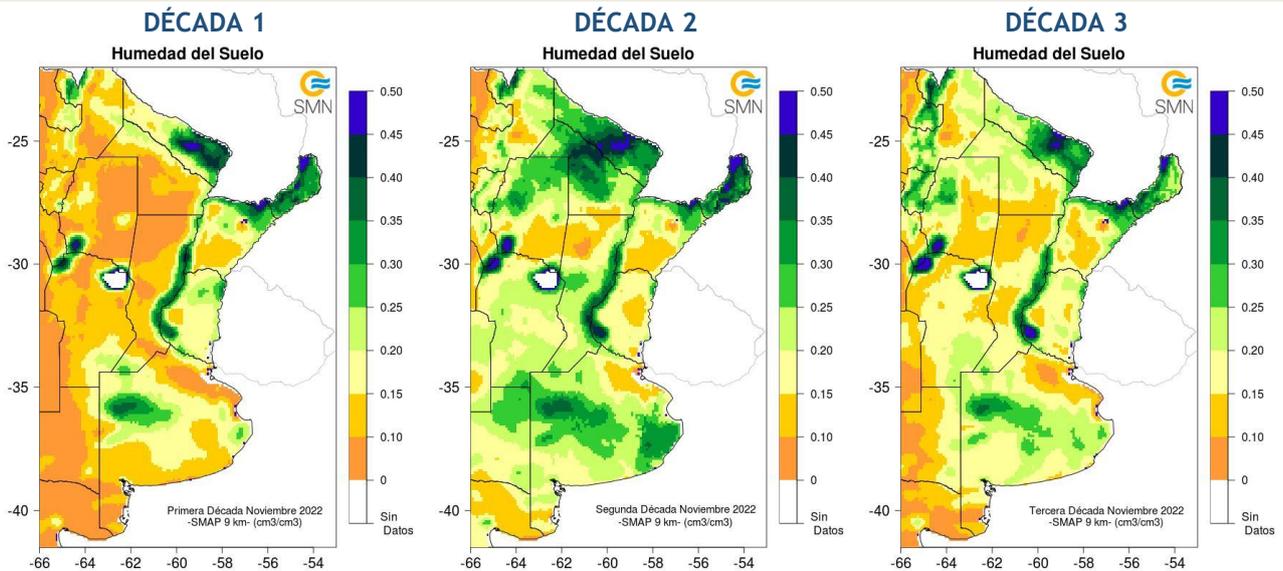
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

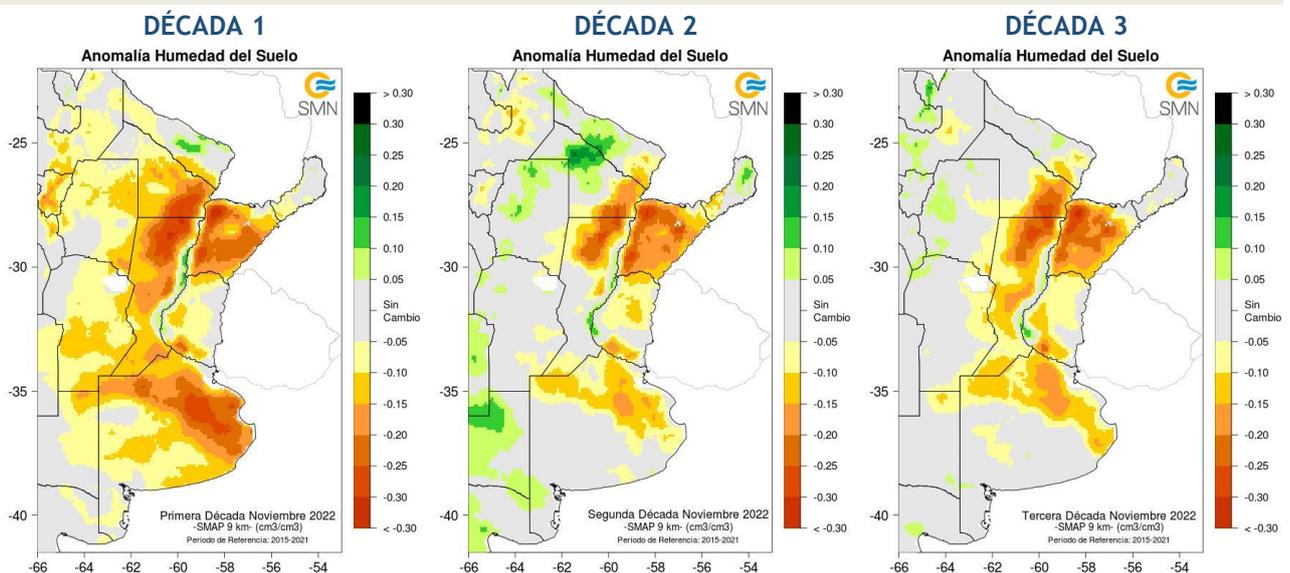
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2021 respecto al periodo 2016-2021, para cada década.

En la segunda década es cuando se observan las mejores condiciones de humedad en el suelo, sin embargo a lo largo del mes el contenido de agua en el suelo es deficitario respecto al promedio de los 5 años precedentes.

NOVIEMBRE 2022 HUMEDAD DEL SUELO



ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO

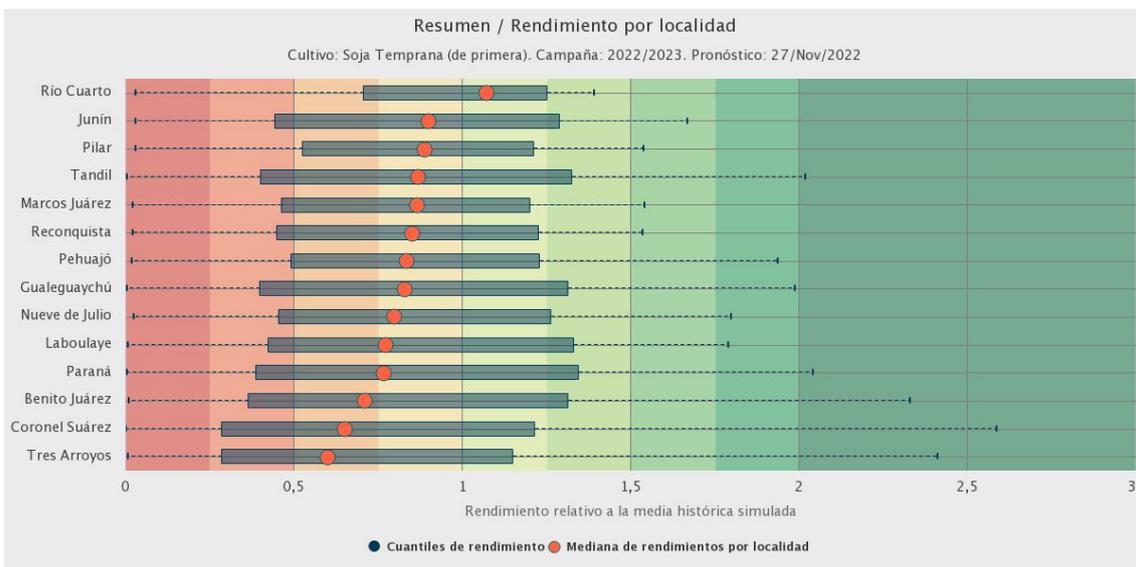


5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

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 temprana.

En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 27/11/2022 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gov.ar/>).

En las figuras a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para el maíz y la soja de siembra temprana en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Se puede observar que las mejores perspectivas de rendimiento para el maíz se obtuvieron en las localidades ubicadas en las regiones IV y V, y en Río Cuarto, mientras que en el caso de la soja, casi todas las localidades simuladas mostraron perspectivas por debajo de los valores promedio.



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 Aqua 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 2022, respecto al promedio 2016- 2021 (enero a marzo) y a partir de abril tomando el periodo 2015-2021, 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

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.
Informe Técnico - Julio 2022

María Gabriela Marcora¹, Ferreira Lorena¹, Olga Penalba², Federico Stainoh^{2,3}, Vanesa Pantano²

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.

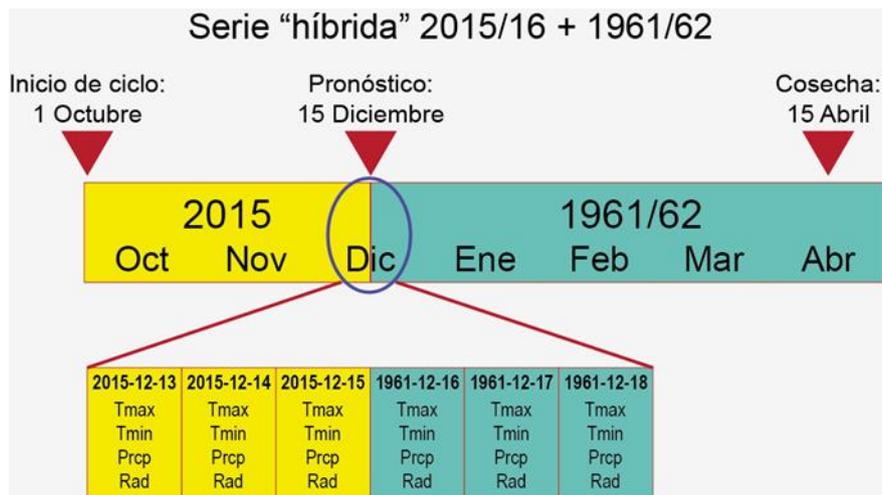


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

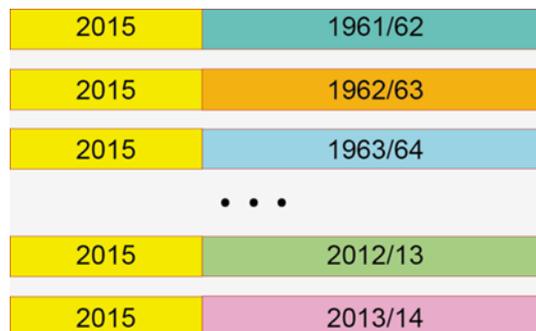


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

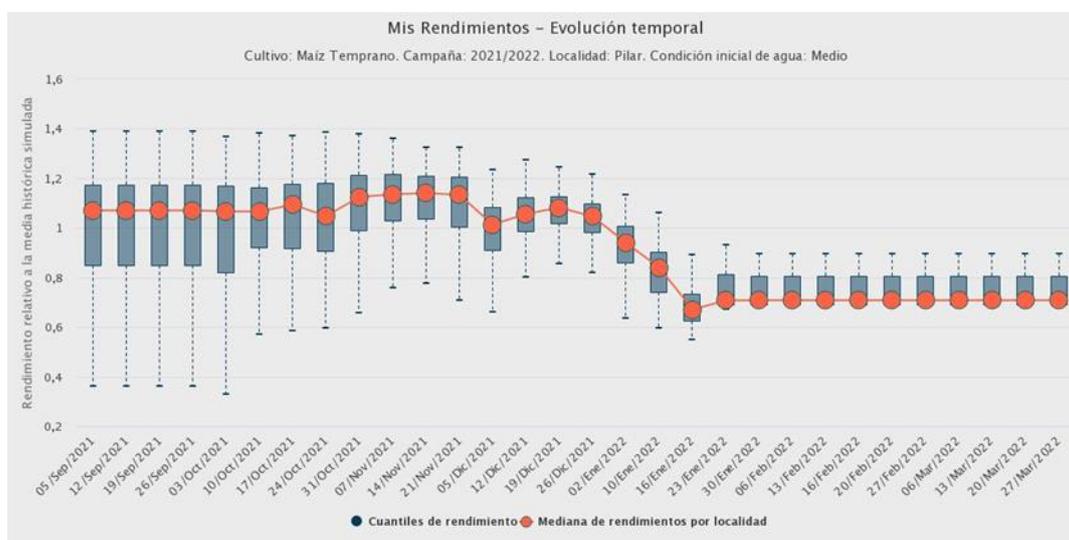


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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.

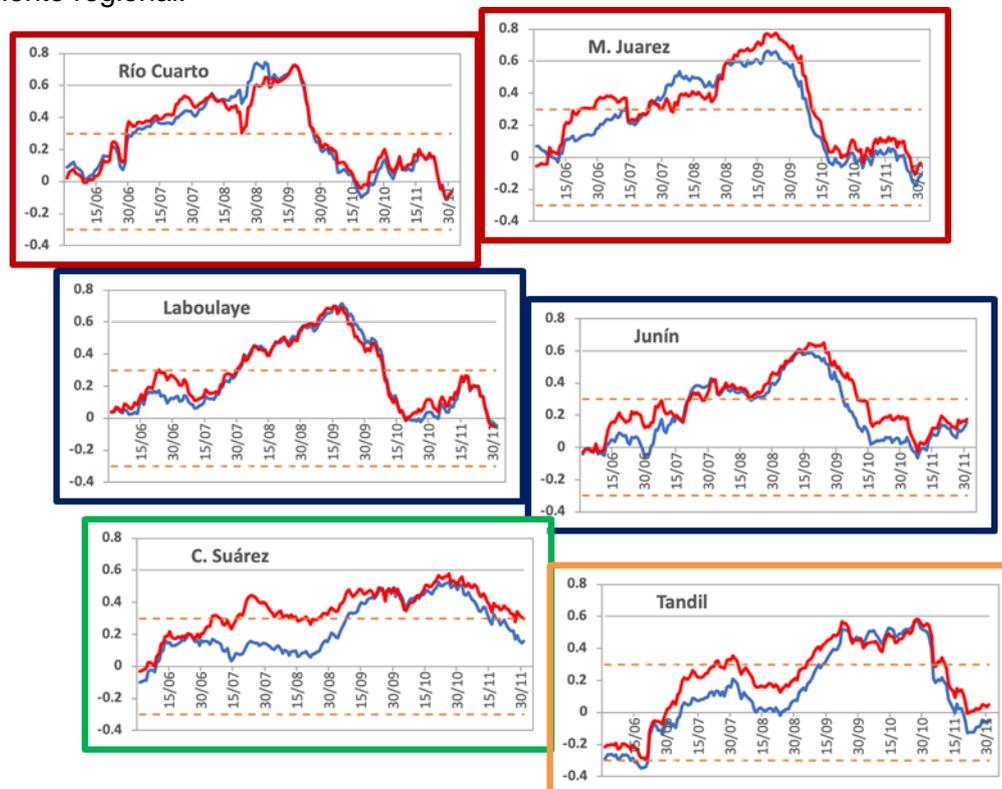


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

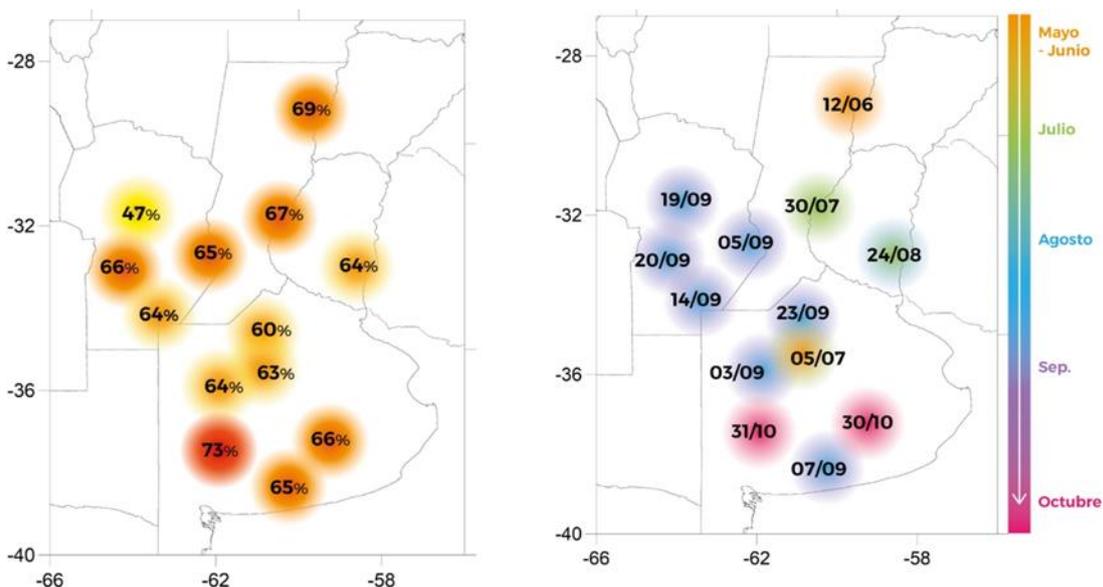


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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.

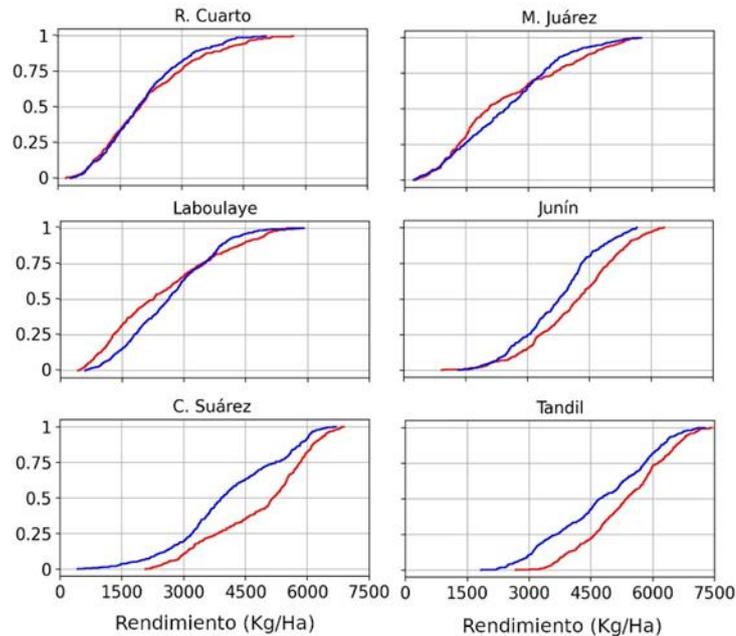


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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.

150 SMN Argentina
Con vos en el tiempo



Ministerio de Defensa
Argentina

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

www.smn.gov.ar



Q0981=

00/M02

CAVOK

18019KT

151800Z

